



1. vydání

**LISTOPAD 2006**

**MOTTO:**

*„Voda je uhlí budoucnosti. Energie zítřka je voda rozložená elektrickým proudem. Získané elementy vodík a kyslík zajistí na dlouhou dobu spotřebu energie Země.“*

*Jules Verne, Tajuplný ostrov 1874*

**ÚVOD**

Územní energetická koncepce města je koncepční dokument řešící zásobování energiemi s výhledem na 20 let. Ke zpracování dlouhodobých prognóz je třeba znát nejen záměry zakotvené v územním plánu (jako např. výstavbu na rozvojových územích), záměry na rozvoj průmyslových podniků, apod., ale i nové trendy jak ve výrobě a úpravě různých forem energie, tak při její spotřebě. Ke zmapování nových trendů, připravovaných moderních technologií a způsobů užití energie v blízké budoucnosti by měl přispět tento materiál.

Vývoj energetiky do značné míry ovlivňují i právní předpisy, tj. zákony a normy na úrovni národní tak i závazky ČR vyplývající z mezinárodních smluv a směrnic Evropské unie. Do oblasti těžby paliv, výroby energie a obecně nakládání se všemi formami energie se promítají nejen oborové zákony, jako je energetický zákon, zákon o hospodaření energiemi atd., ale i další zákony především z oblasti životního prostředí. (např. zákon o ovzduší).

Dalším faktorem ovlivňujícím vývoj energetiky jsou vlivy tržního prostředí a zásahy státu do tohoto prostředí. Např. stát, aby podpořil rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie, může poskytovat dotace nebo garantovat výkupní cenu vyrobené energie.

V podmínkách města má místní samospráva omezené možnosti podpory a regulace rozvoje energetických systémů. Hlavním nástrojem by měla být právě územní energetická koncepce, jako neopomenutelný podklad územního plánu, a obecně závazné právní předpisy navazující na schválený územní plán.

## NOVÉ TRENDY V EVROPSKÉ A STÁTNÍ ENERGETICKÉ POLITICE

Z dokumentu **Dlouhodobé základní směry výzkumu**, jehož cílem je zajistit pro ČR předpoklady pro trvale udržitelné, spolehlivé a ekonomicky přijatelné zajištění energetických zdrojů, což je jeden ze základních předpokladů ekonomického rozvoje ČR a jejího průmyslu (zdroj: Úřad vlády 8/2005) vyplývá, že pro vývoj v ČR je určující zaměřit se na výzkum podmínek bezpečného a spolehlivého provozu jaderných elektráren s prodloužením životnosti až na 60 let (včetně řešení konce palivového cyklu a nakládání s radioaktivními odpady), výzkum zařízení nových jaderných a fosilních (zejména uhelných) elektráren s parametry odpovídajícími požadavkům 21. století a respektujícími zavedení obchodování s emisemi skleníkových plynů (CO<sub>2</sub>), výzkum využití biomasy v energetice a paliv z ní (zejména Biomass-to-Liquid BTL) pro decentralizovanou energetiku a dopravu, výzkum dalšího využití obnovitelných zdrojů energie, vhodných pro geoklimatické a biogenní podmínky ČR, na výzkumu vodíkového hospodářství a využití vodíku prostřednictvím palivových článků nebo spalovacích motorů v dopravě a v přímé výrobě elektřiny a tepla, účast na dlouhodobém výzkumu a vývoji jaderné fúze, výzkum pro zajištění úspor energie, spolehlivosti rozvodných sítí energetických médií včetně integrace distribuovaných energetických zdrojů, výzkum systému pro zajištění bezpečnosti energetických zdrojů a jejich zálohování pro případ rizikových situací (vazba na Bezpečnostní výzkum). Nezanedbatelným, z určitého pohledu možná stejně důležitým efektem tohoto úsilí bude zvýšení exportní konkurenceschopnosti průmyslu v oblasti dodávek pro energetiku a zabezpečení jeho vysoké technické úrovně (v návaznosti na DZSV Konkurenceschopné strojírenství). V převážné většině oblastí se jedná o špičkový výzkum mající synergický efekt pro celou ekonomiku ČR.

**Zelená kniha – o energetické účinnosti aneb Méně znamená více** (pracovní dokument EU 15. 12. 2005) definuje určité zásady pro činnost veřejného sektoru v oblasti energetiky. Veřejný sektor by měl v oblasti energetické účinnosti plnit exemplární úlohu. Má nejen prostředky, ale i odpovědnost vůči evropským občanům. Tato exemplární úloha by mohla být vyjádřena pomocí povinného zařazení kritérií energetické účinnosti do veřejných zakázek a využití služeb v oblasti úspor energie u budov. Pokud jde o dopravu, měl by se veřejný sektor pokusit o obnovu stávajícího veřejného vozového parku ve prospěch účinnějších a čistších vozidel, s přihlédnutím k tomu, že při koupi většího počtu vozidel bude zaplacená cena značně snížena. Rovněž by bylo možné pokusit se používat účinnější žárovky v pouličním osvětlení. Orgány veřejné správy jsou rovněž povinny zajistit, aby byly občanům předávány informace, které jim umožní spotřebovávat energii efektivněji, s důrazem na kladný dopad takové spotřeby na ně jako jednotlivce i na společnost jako celek. Zpravodaj se domnívá, že Evropská unie by měla tuto úlohu rovněž plnit, ale uznává, že státní a místní úřady lépe chápou své demografické trendy a trendy v chování.

Scénáře uvedené v dokumentu Evropské komise DG XVII uvádějí, že obnovitelné zdroje budou v roce 2020 dodávat mezi 10 % a 15 % celkového množství primární energie, a považují je za ten nejdůležitější původní zdroj výroby primární energie v Evropské unii. Přestože prosazování obnovitelné energie má v EU širokou podporu, byly zatím iniciativy v této oblasti omezeny jen na podporu výzkumných a vývojových projektů a podporu výměny informací. **Bílá kniha “Energie pro budoucnost - obnovitelné zdroje energie”** (“Energy for the future - renewable sources of energy”(COM/97/ 599 final)) jasně ukazuje současný postoj Komise k tomuto problému. Je navrhováno, aby podíl obnovitelných zdrojů energie vzrostl na

12 % hrubé vnitroeurospécké spotřeby energie k roku 2010 (současné číslo je 6 %, včetně existujících velkých hydroelektráren). Bílá kniha požaduje finanční prostředky na podporu vybudování 10 000 MW větrných energetických zdrojů (cena elektřiny z větrné energie za poslední dekádu drasticky poklesla a v některých částech EU je nyní levnější než 0,04 ECU/kWh). K roku 2010 by měly být také vytvořeny zdroje pro dalších 10 000 MWh tepla z biomasy a program také počítá s instalací 500 000 m<sup>2</sup> solárních střeš a fasád (předpokládá se, že elektřina ze solárních zdrojů se stane konkurenceschopnou vedle konvenčních zdroj elektřiny v jižní Evropě ve špičkových hodinách v průběhu deseti let). Existují také dlouhodobé plány pro biopaliva, která by v roce 2005 měla zásobovat 5 % trhu s dopravními palivy). Je také obecně uznáváno, že významný podíl na dodávkách elektřiny má v Evropě energie vyráběná ve vodních elektrárnách a že evropské vodní toky mají značný potenciál pro výstavbu nových malých vodních elektráren, stejně jako pro zvyšování výkonu a renovaci stávajících zařízení.

Řada dotačních programů Evropské komise se týká biomasy, například program FAIR, jehož cílem je podpora výzkumu v zemědělství a v lesnictví a LIFE, který je zaměřen na dopady řady činností, včetně zemědělství a lesnictví na životní prostředí.

Nový návrh Směrnice Rady, nazvaný "Restructuralizace rámce Společenství pro danění energetických výrobků" - "Restructuring the Community framework for the taxation of energy products", který byl přijat Komisí v roce 1997, nabízí členským státům možnost zaručit finanční výhody pro zdroje obnovitelné energie.

Obnovitelné zdroje energie mohou zásadním způsobem omezit nejen emise CO<sub>2</sub>, ale i další emise z energetického sektoru, mohou také nabídnout větší spolehlivost dodávek, diverzifikaci a omezení závislosti na dovozu. Rozvoj zpracovatelské základny pro potenciálně obrovský mezinárodní trh může napomoci k oživení průmyslově upadajících oblastí v Evropě. Potenciál zaměstnanosti v oblasti obnovitelné energie může být pětikrát vyšší než u fosilních paliv. Vyvolávají lokalizovanou zaměstnanost a mohou hrát významnou roli v regionálním rozvoji tím, že poskytnou cenný a trvale udržitelný zdroj příjmů venkovským oblastem. Obnovitelné zdroje mohou být také výhodné při posilování periferií rozvodných sítí. Je však nezbytné, aby zařízení využívající obnovitelné zdroje energie byla umístěna citlivě. Samotné soustředění úsilí na snižování nákladů a nejlevnější řešení pro zdroje obnovitelné energie mohou vést k mnoha konfliktům, zejména v oblastech citlivých z hlediska životního prostředí. Existují například obavy z vizuálního dopadu větrných farem v malebných krajinných scénériích, z ekologického dopadu vodních elektráren, z dopadů monokulturních energetických plodin na biodiverzitu. Necitlivé umístění a rozvoj obnovitelných zdrojů škodících životnímu prostředí jako jsou velké hydroelektrárny, slapová energetika, monokulturní biomasa velkého měřítka a některé geotermální stanice mohou působit škody jak místnímu životnímu prostředí, tak i nadějí na pokračování a rozvíjení veřejné podpory pro obnovitelné zdroje. Pro získání široké podpory veřejnosti je nejdůležitější zapojení místních lidí do plánování, rozvoje a podněcování místních investic.

Větrné elektrárny se v současné Evropě stávají komerční realitou. Deset procent veškeré evropské elektřiny může být dodáváno z větrných turbín které by pokryly oblast, jež by nebyla větší než ostrov Kréta.

Biomasa již významně přispívá ke smíšeným dodávkám (tepla a elektřiny) v některých zemích EU (např. v Rakousku a Dánsku), ale aby energetické plodiny získaly náležitou podporu i ve zbytku Evropy, je naléhavě zapotřebí rozvoj podpůrné zemědělské politiky. Pěstování biopaliv je v současnosti povoleno na vedlejších pozemcích (set-aside land), to

samo však neskýtá spolehlivé zázemí pro nezbytné investice. Pečlivé hodnocení potřeb ekosystémů musí být prováděno před, v průběhu i po ukončení vegetačního cyklu plodin. Existují obavy z dopadu intenzivní monokulturní produkce energetických plodin na biodiverzitu. Toto nebezpečí může být překonáno využíváním rozmanitých směsí plodin a nepoužíváním umělých hnojiv a pesticidů.

Na dodávkách elektřiny v Evropě má významný podíl vodní energie. V případě velkých zařízení obvykle převažují negativní dopady na životní prostředí a konflikty nad užitkem. Vodní energetika v malém měřítku (malé vodní elektrárny) však může být jen doporučována pro snižování významných negativních dopadů na životní prostředí. Ačkoli přibližně 40 % celkového evropského potenciálu vodní energie je již využíváno, je zde mnoho možných stanišť pro malé vodní elektrárny, stejně tak jako významný potenciál pro rekonstrukce a modernizace stávajících zařízení.

Pasivní a aktivní solární topení, elektřina ze solárně-termálních zařízení a fotovoltaické články mohou významně přispět do evropského energetického souboru. Samotné fotovoltaické články mohou dodat 450 000 MW do sítí Evropské unie a pokrýt tak 16 % potřeb elektřiny v této oblasti. Izolace fasád a střech budov a fotovoltaické články v Evropské unii nabízejí při použití současných technologií potenciál přibližně 500 TWh. Nyní je vyžadováno aktivní zapojení architektů do projektování budov využívajících fotovoltaické články a pasivní i aktivní solární termoenergetické soustavy, protože dosavadní přístup k rozvoji výrobních struktur směřoval zejména ke stimulaci trhu. Masová produkce fotovoltaických článků v Evropě by měla vést k radikálnímu poklesu jejich ceny vzhledem k velkým úsporám a technologickému rozvoji průmyslu. Kvalifikované odhady každopádně říkají, že cena produkce fotovoltaických článků bude konkurenceschopná pro výrobu elektřiny ve špičkových hodinách již v průběhu příštích deseti let. I v oblasti výroby fotovoltaických článků však existují obavy z poškozování životního prostředí - z hlediska dopadu na životní prostředí jsou považovány za vhodné pouze technologie na bázi silikonu.

O geotermálních elektrárnách by se mělo uvažovat pouze tam, kde nebudou ovlivněny citlivé ekosystémy a kde je možné znovuvstříkování (reinjection).

Odpady ze zemědělských a lesnických produktů mohou být výhodně spalovány případně rozkládány, aby produkovaly metan pro spalování. Na druhou stranu není považováno za vhodné zařadit spalování městského odpadu do programu obnovitelných zdrojů energie pro velký objemu plastů a ostatních neobnovitelných materiálů, které by přitom byly páleny. Spalování odpadů může být přijatelné tam, kde mezi jinými podmínkami: odpady nejsou smíšené (jsou tříděné), spalování nemá škodlivé dopady na životní prostředí, respektuje prioritní význam omezování odpadů, jejich znovuvyužití a recyklace až do bodu, ve kterém materiál už dále nemůže být recyklován.

Evropská komise navrhla nový právní předpis (7/2006), jehož cílem je přispět k vytvoření trhu pro ekologická vozidla, která by umožnila snížení emisí znečišťujících látek v odvětví dopravy. V Evropské unii (EU) představuje silniční doprava asi čtvrtinu spotřeby energie a významně se podílí na tvorbě emisí CO<sub>2</sub>. Potenciál pro snížení emisí z vozidel a úspory energie je tak značný. Přestože nezbytné technologie jsou doposud dražší než technologie používané při výrobě tradičních vozidel, Evropská komise rozhodla prosazovat vývoj nové generace vozidel, jejichž spotřeba energie je menší a jež vypouštějí do ovzduší méně znečišťujících látek. K těmto vozidlům patří vozidla upravená pro pohon směsí biopaliv, zemním plynem (CNG), zkapalněným plynem (LPG), vodíkem, elektrickými motory nebo hybridy, které kombinují spalovací motor a elektrický motor. Návrh nového právního



předpisu stanoví, že veřejné subjekty (rozuměj - stát, územní samosprávné celky, veřejnoprávní subjekty, veřejné podniky nebo hospodářské subjekty, které jsou na základě smlouvy povinny poskytovat veřejným subjektům dopravní služby) budou povinny přidělit čtvrtinu ročně vynaložených prostředků (nákupy nebo leasing) na pořízení těžkých vozidel (vozidla o hmotnosti větší než 3,5 tuny, např. autobusy, většina užitkových vozidel) na „vozidla šetrnější k životnímu prostředí“. Očekává se, že zvýšenou poptávkou po ekologických vozidlech této kategorie dopravních prostředků se tak podpoří jejich vývoj a zvýrazní konkurenceschopnost výrobců. Kromě toho, uvážíme-li skutečnost, že automobilový průmysl patří mezi největší producenty skleníkových plynů, je zřejmé, že se problematika ekologicky šetrných vozidel netýká pouze kategorie těžkých vozidel.

**Státní energetická koncepce** byla schválena vládou ČR dne 10. 3. 2004. Koncepce definuje priority a cíle České republiky v energetickém sektoru a popisuje konkrétní realizační nástroje energetické politiky státu. Státní energetická koncepce patří k základním součástem hospodářské politiky České republiky. Je výrazem státní odpovědnosti za vytváření podmínek pro spolehlivé a dlouhodobě bezpečné dodávky energie za přijatelné ceny a za vytváření podmínek pro její efektivní využití, které nebudou ohrožovat životní prostředí a budou v souladu se zásadami udržitelného rozvoje. Tuto zákonnou odpovědnost stát naplňuje stanovením legislativního rámce a pravidel pro chod a rozvoj energetického hospodářství. Státní energetická koncepce ve své vizi konkretizuje státní priority a stanovuje cíle, jichž chce stát dosáhnout, při ovlivňování vývoje energetického hospodářství ve výhledu příštích 30 let, v podmínkách tržně orientované ekonomiky. Celý dokument SEK je k dispozici na internetových stránkách Ministerstva průmyslu a obchodu ČR (<http://www.mpo.cz/dokument5903.html>).

## VYTÁPĚNÍ OBYTNÝCH BUDOV A DOMÁCNOSTÍ

### Současný stav

Většina stávajících staveb pro bydlení nesplňuje současné normy definující tepelně technické vlastnosti budov a jejich měrné spotřeby energie. Teprve v posledních několika letech došlo ke zpřísnění a harmonizaci těchto norem s evropskou legislativou, takže až současná výstavba by měla splňovat požadované hodnoty. Vzácné jsou zatím nízkoenergetické budovy s využíváním rekuperace tepla z odváděného vzduchu (tedy s nuceným a řízeným větráním). Postupně se objevují instalace zařízení na využití obnovitelných zdrojů energie. K vytápění mimo dosah CZT se nabízejí tepelná čerpadla a kotle na biomasu, k ohřevu vody a případně i k přitápění se stále častěji využívají solární kolektory. Na samém začátku je v ČR využívání fotovoltaických článků.

### Nové trendy

#### **Nízkoenergetické a pasívní domy**

Nízkoenergetickým domem rozumíme budovu pro běžné účely se zvláště nízkou spotřebou energie (cca 5 až 50 kWh/m<sup>2</sup> za rok). Pasívní domy, někdy také označované jako nulové, mají spotřebu nižší než 5 kWh/m<sup>2</sup> za rok.



*Ukázka nového pasivního domu*

## Základní principy pasivních budov



### Tepelná ochrana

Většina soudobých budov vyznačuje teplo do okolí, pasivní dům si je úzkostlivě chrání. Pilířem pasivního domu je účinná, několik desítek centimetrů tlustá izolace, která takřka likviduje tepelné ztráty.

**Součinitel prostupu tepla  $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$**



### Vzduchotěsnost

Do pasivního domu nikudy netáhne, dokonce ani větrání okny není nutné. Výměna vzduchu je řízená a odcházející vzduch při tom předává teplo vzduchu čerstvému. Při montáži stavebních prvků je proto cílem až extrémní vzduchotěsnost celého pláště budovy.

**Celková neprůvzdušnost  $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$**



### Pasivní zisky

Orientace hlavních oken pasivních domů by měla být pokud možno jižní, aby okna, konstruovaná jako solární kolektory, měla co nejvyšší tepelné zisky. V každém případě by tepelné zisky měly být vyšší než ztráty.

**Součinitel celkové propustnosti slunečního záření  $g > 50 \%$**



### Větrání

Jestliže jednou nohou pasivního domu je izolace, druhou je bezpochyby rekuperace. Zatímco při větrání oknem vypouštíme i teplo a s čerstvým vzduchem do místnosti nasáváme prach a pyl, rekuperace vydýchanému vzduchu teplo odebírá a předává ho přefiltrovanému vzduchu čerstvému. To po většinu roku stačí na vytápění celého domu.

**Účinnost rekuperátoru  $> 75 \%$**



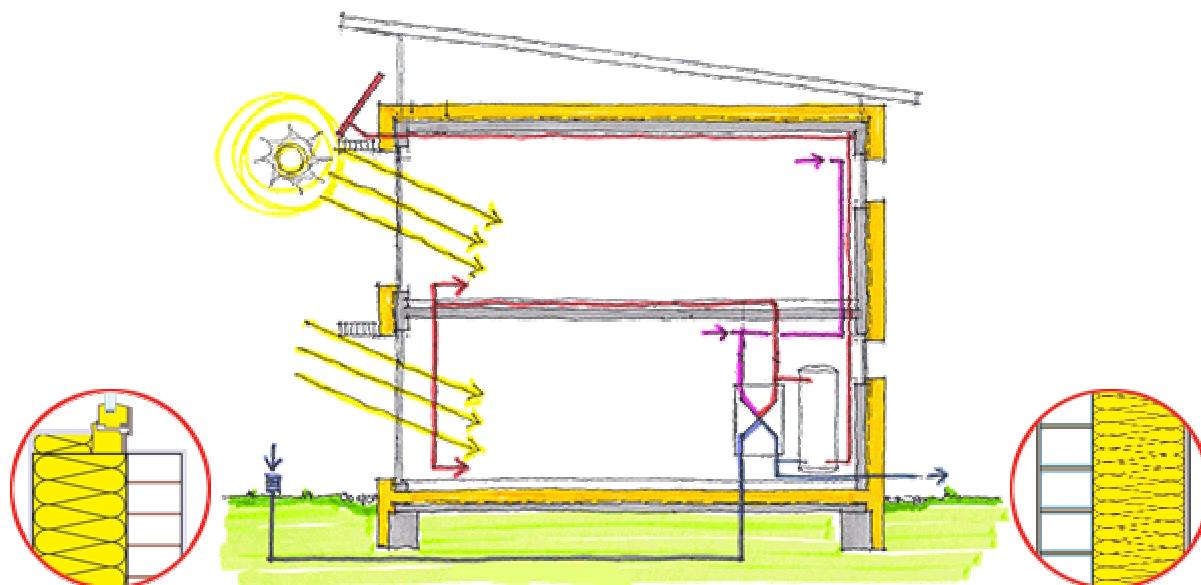
### Energeticky efektivní spotřebiče

Je-li vývěsním štítem pasivního domu radikální šetření energií, pak v něm nelze používat plýtvavé spotřebiče. Užíváním úsporných ledniček, praček či sporáků lze snížit spotřebu elektřiny až o 50 procent.



### Obnovitelné zdroje

Závislost pasivního domu na dodávkách energií, které se proti obyčejnému domu smrkly na pouhých 15 procent, lze ještě snížit využitím obnovitelných zdrojů. Tak malá tepelná čerpadla se však běžně nedělají, ale na příklad solární panely mohou ušetřit až 60 procent tepla potřebného na ohřev teplé vody.



	staré domy	současný dům	nízkoenergetický dům	pasivní dům	<i>pasivní dům: současný dům</i>
potřeba energie na vytápění	24,0 MWh	10,0 MWh	4,5 MWh	1,8 MWh <sup>b</sup>	1: 5,6
emise CO <sub>2</sub> ekv. (vytápění)	8,1 tun	3,4 tuny	1,5 tuny	0,8 tuny <sup>b</sup>	1: 4,3
provozní náklady na vytápění	21,6 tisíc Kč	9,0 tisíc Kč	4,1 tisíc Kč	2,5 tisíce Kč <sup>b</sup>	1: 3,6

(Zdroj : [www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz))

### Zdroje tepla a elektřiny

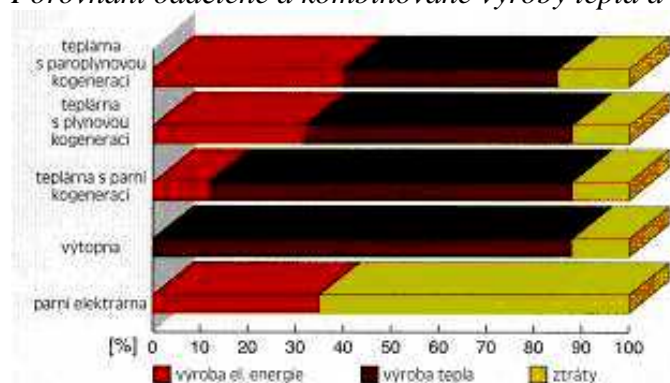
Kombinovaná výroba elektřiny a tepla (často je používána zkratka KVET), nebo-li kogenerace, znamená současnou výrobu elektřiny a tepla z jednoho zařízení. Oproti oddělené výrobě v klasických elektrárnách, při níž je teplo vzniklé při výrobě elektrické energie vypouštěno do okolí, využívá kogenerační jednotka teplo k vytápění, a šetří tak palivo i finanční prostředky potřebné na jeho nákup. V kogenerační jednotce vzniká elektrická energie stejným způsobem jako v jiných elektrárnách - roztočením elektrického generátoru, a to buď pomocí turbíny nebo pístového spalovacího motoru. Motory v kogeneračních jednotkách jsou standardně konstruovány na zemní plyn, mohou však spalovat i jiná kapalná či plynná paliva, v poslední době např. čím dál populárnější bioplyn. Teplo, které se ve spalovacím motoru uvolňuje, je prostřednictvím chlazení motoru, oleje a spalin efektivně využíváno a díky tomu



se účinnost kogeneračních jednotek pohybuje v rozmezí 80 - 90 %. V současnosti pracuje v České republice přibližně 1000 kogeneračních jednotek s pístovými spalovacími motory. Na území města Plzně to jsou zařízení s pístovými motory např. ve věznici na Borech (zemní plyn), v budově ZČP (zemní plyn) a na čističce odpadních vod (bioplyn).

Při rekonstrukcích a výstavbě nových zdrojů tepla by měla být vždy zvažována možnost kombinované výroby. U tepelných zdrojů o součtovém výkonu vyšším než 5 MW<sub>t</sub> dokonce zákon o hospodaření energií č. 406/2000 Sb nařizuje při budování nových zdrojů nebo při změně dokončené stavby podrobit dokumentaci stavby energetickému auditu z hlediska zavedení výroby elektřiny. U výroben elektrické energie je povinnost posouzení možností zavedení dodávky tepla od součtového výkonu 10 MW<sub>e</sub>. Při užití plynových turbín se tato povinnost vztahuje na výkony vyšší jak 2 MW<sub>e</sub> a při užití spalovacích motorů dokonce jen 0,8 MW<sub>e</sub>.

#### Porovnání oddělené a kombinované výroby tepla a elektrické energie

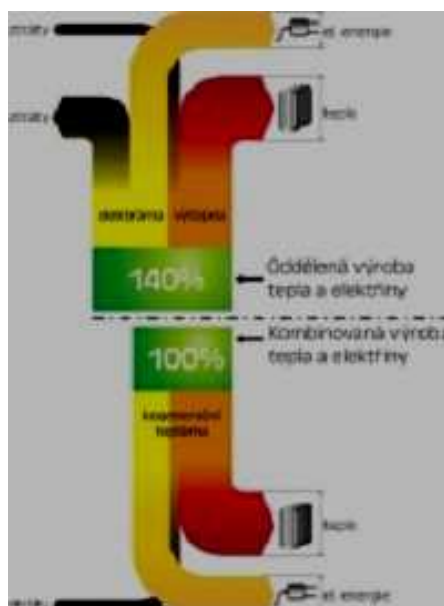


Obrázek 1: Rozdělení tepla přivedeného v palivu (na výrobu elektřiny, tepla a tepelné ztráty) v jednotlivých typech kombinované výroby elektřiny a tepla a porovnání s oddělenou výrobou tepla.

Základní podmínkou pro použití kombinované výroby elektřiny a tepla je možnost využití tepla. Tím se výrazně zvyšuje energetická účinnost celého zařízení. Přehled základních parametrů jednotlivých typů těchto zařízení ukazuje následující tabulka:

Typ teplárny	Podíl výroby elektřiny a tepla QEL/QTEP	Účinnost elektrická	Účinnost tepelná	Účinnost celková	El.výkon teplárny
	(-)	(%)	(%)	(%)	(MW)
S parním strojem	0,16 - 0,25	8 - 12	60 - 67	68 - 87	0,1 - 2
S parními turbínami	0,24 - 0,34	12 - 15	6 - 8	72 - 80	0,15 - 100
Se spalovacími motory	0,7 - 1	32 - 41	44 - 53	82 - 90	0,1 - 10
Se spalovacími turbínami	0,5 - 0,8	23 - 38	36 - 50	68 - 85	2 - 100
Paroplynové	0,5 - 1,5	35 - 44	32 - 50	78 - 87	5 - 200 a více

Následující graf ukazuje porovnání využití energetického obsahu baliva při oddělené a kombinované výrobě



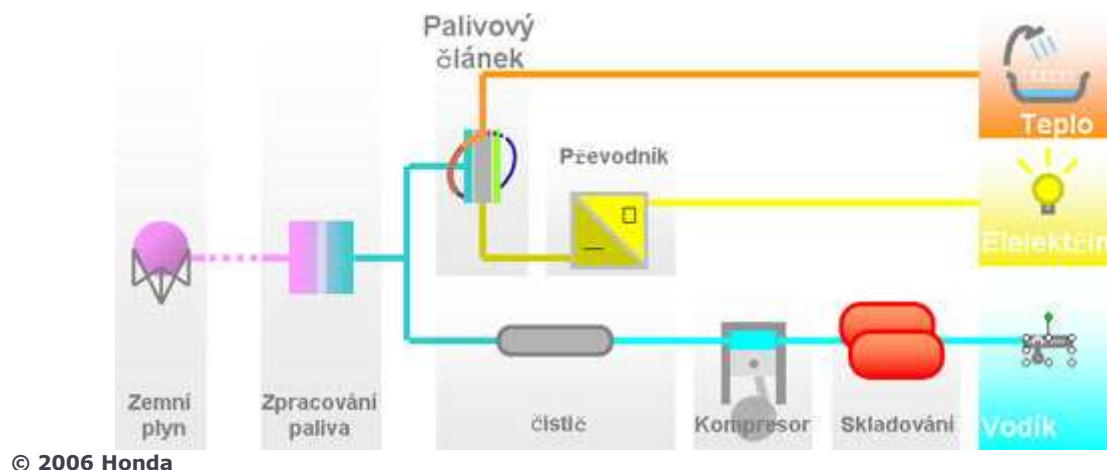
*Kogenerační jednotka se spalovacím motorem*

#### Příklady nových trendů

Experimentální domácí energetickou stanicí - Home Energy Station (HES) - která vyrábí vodík ze zemního plynu pro použití ve vozidlech s palivovými články a současně pro zásobování domácností elektřinou a horkou vodou, vyvíjí Honda R&D v Torrance v Kalifornii. Zde budou probíhat experimenty s výrobou, skladováním a spalováním vodíku jako součást pokračujícího výzkumu využití vodíku pro výrobu energie. Systém HES, který v současnosti dokáže vyrobit dostatek vodíku pro naplnění nádrže vozidla Honda FCX s vodíkovými palivovými články během pouhých několika minut jednou za den, sestává z následujících součástí a hlavních procesů: konvertor pro izolaci vodíku ze zemního plynu; palivový článek pro zajištění energie pro vlastní systém, využívající část energie ze získaného vodíku; rafinér pro čištění vodíku; kompresor pro stlačování získaného vodíku; tlakový zásobník pro skladování stlačeného vodíku (základní parametry: kapacita výroby vodíku max. 2Nm<sup>3</sup>/hod., čistota 99.99% nebo vyšší, kapacita skladování vodíku 400 litrů při 42,5 MPa).

Honda také ohlásila vývoj solárních panelů nové generace, zhotovených v pobočce Honda Engineering. Nové solární panely jsou opatřeny světlo pohlcující vrstvou, vytvořenou z mědi, india, galia a selenu (CIGS), která snižuje množství elektřiny potřebné pro výrobu solárních článků ve srovnání s obvyklými solárními články ze silikonových krystalů. Získaná elektrická energie je akumulována ve formě vodíku vyrobeného pomocí elektrolýzy. Elektrolytická jednotka, která vyrábí vodík z vody, byla nahrazena novou kompaktní jednotkou, vyrobenou firmou Honda, dosahující vyšší účinnosti díky používání nového katalyzátoru na bázi ruthenia. Jak nové solární články tak i nová elektrolytická jednotka jsou namontovány na solární články poháněné stanici pro doplňování vodíku v Torrance v Kalifornii. Tento způsob zlepšuje celkovou účinnost zařízení. Dle zástupců firmy Honda má energie z vodíkových palivových článků potenciál stát se příští generací energetických zdrojů, potřebnou pro

překonání problémů spojených s vývojem alternativních paliv, snižující emise výfukových plynů a omezující účinek globálního oteplování atmosféry. Honda zkoumá způsoby, jak zlepšit energetickou účinnost výroby vodíku jako paliva a zvýšit účinnost jím poháněných vozidel.



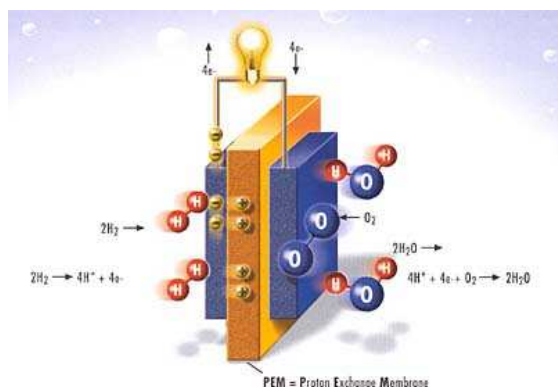
© 2006 Honda

V poslední době se stále častěji skloňuje pojem „palivové články“. Jedná se o zařízení, které se desetiletí využívá v oblasti kosmických letů. Dalším vývojem a zdokonalováním se tato technologie stává dostupnou i pro oblast dopravních prostředků, zásobování energiemi menších objektů, napájení elektrospotřebičů apod.

### Palivové články – výhody:

- Ekologicky šetrná technologie - Díky vysoké účinnosti palivových článků jsou redukovány emise  $\text{CO}_2$  na výrobu jednotky energie. Palivové články jsou tiché. Produkuje minimální emise  $\text{SO}_x$  a  $\text{NO}_x$ , přibližně na úrovni  $0,0015$  a  $0,0002 \text{ kg.MWh}^{-1}$ . Mohou být konstruovány jako soběstačné, co se týče dodávky vody. Odpadní látky této technologie jsou především pouze voda a  $\text{CO}_2$ .
- Vysoká účinnost - V závislosti na typu a konstrukci se přímá účinnost výroby elektrické energie pohybuje v rozmezí 40 - 60 % (bráno vzhledem k výhřevnosti paliva). Palivové články pracují stále s přibližně stejnou účinností, nezávisle na výkonu. Účinnost palivových článků není limitována Carnotovým cyklem. Systémy palivových článků v kombinaci s plynovou turbínou dosahují účinnosti výroby elektrické energie přes 70 %. Pokud je dále využíváno vzniklé teplo, pak celková energetická účinnost systémů palivových článků dosahuje až 85 %.
- Produkce energie v místě potřeby - Produkce energie v místě její spotřeby snižuje náklady a zvyšuje celkovou účinnost konverze energie v palivo na elektrickou energii odbouráním ztrát v přenosové soustavě. Tento systém může snížit nebo zcela eliminovat problémy s distribucí energií snížením požadavků na výstavbu nových centrálních zdrojů a rozvodů (dnes se okolo 8 - 10 % vyrobené elektrické energie ztratí mezi centrálními zdroji a konečným uživatelem).
- Palivová flexibilita - Primárním palivem pro palivové články je vodík, který může být získán ze zemního plynu, zplyňováním uhlí, biomasy, ze skládkových plynů a dalších paliv obsahujících uhlovodíky.

- Možnost kogenerace - S výhodou se nabízí využití odpadního tepla pro vytápění nebo další využití.
- Změny výkonu - Energetický zdroj, využívající technologii palivových článků, může být konstruován se širokým rozsahem výkonu, pohybujícího se od 0,025 MW až po vyšší než 50 MW.
- Nepřítomnost pohyblivých částí – přímá transformace chemické energie paliva na elektrickou energii v palivových člancích nevyžaduje využití pohyblivých částí. Proto palivové články pracují tiše a s vysokou spolehlivostí provozu.



Palivový článek, foto: VŠCHT

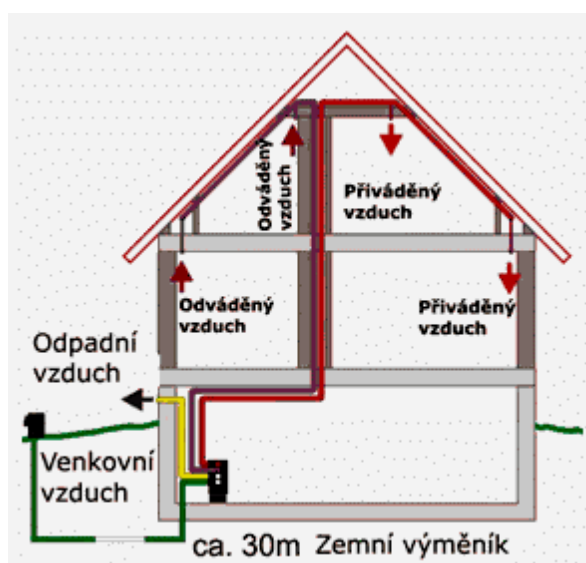
### Projekt „Kogenerační jednotka s palivovými články“

Katedra energetiky VŠB – Technické univerzity Ostrava se již celou řadu let zabývá pokrokovými trendy racionálního využívání energetických zdrojů, mezi které bezesporu patří kogenerace – kombinovaná produkce elektrické energie a tepla v kogeneračních jednotkách. Počátkem roku 1998 získali pracovníci katedry podporu Grantové agentury České republiky na projekt GAČR č. 101/98/0821 „Kogenerační jednotka s palivovými články“. Cílem projektu bylo ověření technických možností a stanovení provozních podmínek kogenerační jednotky s palivovými články při použití zemního plynu jako paliva. Jedním z ústředních témat projektu byla úprava paliva před spalováním v palivovém článku, na jehož kvalitu jsou extrémně vysoké požadavky. Limity nežádoucích plynných složek se obvykle pohybují v jednotkách ppm. Úprava paliva – zemního plynu se skládá ze dvou operací. Již zmíněného reformování s maximálním ziskem vodíku a dále čištění plynu, kdy plyn je zbaven nežádoucích složek (sirnaté složky, oxidy uhlíku apod.). Druhým významným tématem byl vývoj nízkoteplotního výměníku pro maximální využití odpadního tepla. Během projektu byly sestaveno experimentálního zařízení s nízkoteplotními alkalickými palivovými články firmy ASTRIS o elektrickém výkonu  $4 \text{ kW}_e$ , což představuje jednotku s širokou škálou možného efektivního využití. Dokončení vývojových prací, realizace úprav navrhované technologie a provozní ověřování systému bylo v r. 2000.

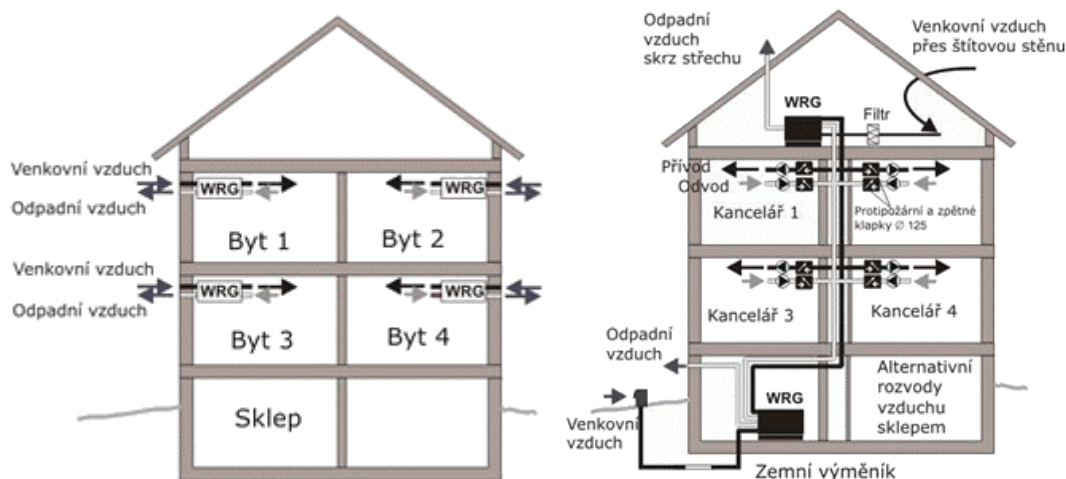
## Rekuperace tepla

Rekuperace, neboli zpětné získávání tepla je děj, při němž se přiváděný vzduch do budovy předeřívá teplým odpadním vzduchem. Teplý vzduch není tedy bez užitku odveden otevřeným oknem ven, ale v rekuperačním výměníku odevzdá většinu svého tepla přiváděnému vzduchu. Rekuperační výměníky tepla se nejčastěji osazují přímo do větracích jednotek. Rekuperaci je tak možno využít prakticky ve všech typech objektů při hygienicky nutném větrání - a to od bytů a rodinných domů, přes občanské stavby, bazény až po průmyslové stavby. V poslední době se v souvislosti se stále vzrůstající cenou energie stále častěji rekuperace využívá i pro rodinné domy a byty.

Rekuperační výměníky lze využít i v klimatizovaných objektech - zde dochází v letních měsících k "rekuperaci chladu" - přiváděný teplý vzduch je ochlazován odváděným, klimatizací vychlazeným vzduchem.



*Příklad rodinného domu s zemním výměníkem pro předeřev (v zimě) nebo ochlazování (v létě) nasávaného čerstvého vzduchu a rekuperační jednotkou umístěnou ve sklepe.*



*Dva příklady obytných domů. Vlevo s rekuperační jednotkou v každém bytě a vpravo s centrální rekuperační jednotkou a rozvody přívodního i odpadního vzduchu.*



## Dílčí závěry

Nakládání s energií v obytných budovách směřuje jednoznačně ke zvyšování hospodárnosti a optimalizaci potřeb. Významná bude minimalizace potřeb tepla na vytápění, k tomu povede především masivní zateplování stávajících budov a výstavba nových budov splňujících parametry nízkoenergetických budov. S tím souvisí především: odpovídající tepelný odpor stavebních prvků obvodového pláště budovy, pasivní i aktivní využití energie Slunce, řízená výměna vzduchu s rekuperací a moderní, ekologicky šetrné zdroje tepla (kondenzační plynové kotle, tepelná čerpadla, zařízení využívající obnovitelné zdroje energie, domácí kogenerační jednotky, palivové články apod.)

Jedna z moderních technologií, která v budoucnosti bude hrát v energetice klíčovou roli, je kogenerace s palivovými články. Takto koncipovaný energetický zdroj 21. století má několik významných předností:

1. Velmi čistým způsobem (palivové články jsou nejšetrnější kogenerační zařízení spalující fosilní paliva) a za přijatelnou cenu produkuje elektrickou energii.
2. Pracuje s vysokou účinností přeměny chemické energie paliva na elektrickou energii.

## DOMÁCÍ A KANCELÁŘSKÉ ELEKTROSPOTŘEBIČE

### Současný stav

Značný podíl spotřeby elektrické energie v domácnostech připadá na tzv. bílou elektroniku, tj. lednice, mrazáky, pračky, sporáky a pečící a mikrovlnné trouby. Ke snižování jejich spotřeby v posledních letech přispělo zavedení energetických štítků, tedy údajů o úrovni jejich energetické náročnosti. Poskytnutí této informace spotřebitelům, kteří nyní vybírají nový spotřebič nejen podle vzhledu a funkčních požadavků, ale i podle jejich spotřeby energie, vedlo ke snaze výrobců o jejich modernizaci a zvyšování účinnosti a úspornosti. Nejlepší spotřebiče měly být označovány energetickou třídou A. Stávající stupnice však již pomalu nestačí a špičkové výrobky mají označení až A+++.

### Nové trendy

Podobný systém energetických štítků se proto připravuje i pro další skupinu spotřebičů, jako jsou televizory, audio a video přehrávače a výpočetní technika. U této kategorie spotřebičů je snaha do budoucna omezit spotřebu energie zejména v režimu stanby, tedy v pohotovosti, kdy spotřebič není používán, ale přesto odebírá nemalé množství energie (dle odhadů odborníků tato hodnota představuje v ČR více jak 50 MW, takže prakticky jeden elektrárenský blok je v provozu pouze pro tento komfort !).

### Nové světelné zdroje

Donedávna se k osvětlení interiérů bytů a kanceláří používaly převážně klasické žárovky, tedy zdroje světla energeticky náročné s malou účinností. V posledních letech se rozmáhá jejich náhrada za tzv. úsporné žárovky, tj. kompaktní zářivky. Používání kompaktních zářivek představuje nejjednodušší způsob, jak snížit spotřebu elektrické energie na osvětlení. Rovněž běžné trubicové zářivky jsou téměř stejně účinné. Použití kompaktních zářivek je

nejvýhodnější tam, kde svítíme delší dobu a kde máme vyšší tarif. V oblasti venkovního osvětlení se používají převážně sodíkové a rtuťové výbojky.

Do oblasti svícení pronikla technologie LED. Prvním krokem byly svítivé diody, jejichž pojmenování LED (Light Emitting Diode) proniklo i do češtiny. Jedná se o svítivé diody s bílým, mírně namodralým světlem, které mají velmi malou spotřebu. Je to dáno tím, že zhruba 90 % elektrické energie přeměňují na světelnou, zatímco klasické žárovky využívají pouhých 3 – 6 % energie, zbytek se mění na teplo potřebné k rozžhavení vlákna. V roce 2003 (u nás počátek roku 2004) učinila technika v oblasti svícení další převratný krok. Objevily se svítivé diody s velkoplošným přechodem, na malé ploše čipu je integrováno několik přechodů emitujících světlo, což umožnilo výrazně zvýšit výkon až na 1 W i více.

Výhody a nevýhody LED technologie

- nepatrná spotřeba, diody svítí podle výkonu a počtu diod řádově stovky hodin na jednu sadu baterií;
- vysoká životnost, díky vysoké účinnosti se téměř nezahřívají, a jejich životnost je proto nepoměrně vyšší než u všech typů žárovek;



*Šestiúhelníkové OSTAR Lighting se šesti čipy a čočkou poskytují 420 lumenů při pracovním proudu 700 mA a výkon 10 W čímž otevírají více možností aplikací v obecném osvětlení*

Výbojové zdroje světla ušetří proti obyčejné žárovce až 80 % energie při patnáctinásobné životnosti. Kromě kompaktních zářivek patří do nabídkové palety i lineární zářivky, vysokotlaké sodíkové a halogenidové výbojky, popř. xenonové výbojky pro automobily. Nové LED světelné zdroje jsou se svou vysokou svítivostí ideální pro širokou škálu aplikací v obecném osvětlení včetně individuálního osvětlení pracovišť, osvětlení pro čtení a interiérů vozidel. Jsou také ideální pro rychlá blikající světla k efektnímu osvětlení, jako jsou stroboskopy, protože tento provozní režim jim nezkracuje životnost. LED diody poskytují vysoký jas u všech zvolených řešeních a lze je použít v mnoha aplikacích, které byly až dosud realizovatelné pouze s konvenčními světelnými zdroji.

U halogenových žárovek je revolučním řešením IRC. Tato speciální technologie umožňuje větší energetické úspory díky recyklaci energie vyzářené v infračervené oblasti. U kompaktních zářivek se projevuje trend k miniaturizaci a vyšším výkonům, u lineárních zářivek k moderním typům o průměru trubice 16 mm s maximálním měrným výkonem přes 110 lm/W. U halogenidových výbojek se nabízí světlo jak teple bílé nebo neutrálně bílé, případně až denní bílé s chromatičností kolem 6000 kelvinů.

### **Dílčí závěry**

Rovněž v oblasti osvětlení se budou prosazovat modernější a stále efektivnější světelné zdroje. V osvětlení interiérů skýtají velké možnosti použití s minimálními provozními náklady světelné zdroje na bázi LED diod. Se vzrůstající cenou elektrické energie budou stále více využívány kompaktní i klasické zářivky. Pro osvětlení veřejných prostranství se uplatní především sodíkové výbojky v kombinaci se zařízením pro snižování napájecího napětí. (V Plzni činí osazení sodíkových výbojek více jak  $\frac{3}{4}$  světelných zdrojů VO a cca 15 % území města je vybaveno veřejným osvětlením s regulací napětí.) Pro osvětlení menších venkovních prostor (např. dvorků a komunikačních tras u RD) se stále více budou rovněž uplatňovat LED diody a kompaktní zářivky. Tyto světelné zdroje s malým příkonem lze rovněž vhodně kombinovat s fotovoltaickými panely pro jejich napájení.

## VÝROBA ELEKTŘINY A TEPLA Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

### Současný stav

Stále častěji se využívá energie Slunce a to především k ohřevu teplé vody, přitápění a k ohřevu bazénové vody. Od r. 2006 díky podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů se začínají budovat i fotovoltaické elektrárny v řádu desítek kW<sub>p</sub>. K vytápění zejména rodinných domků a menších objektů se jako standardní zařízení využívá tepelných čerpadel a kotlů na spalování nebo zplyňování biomasy. V podmínkách ČR je okrajovou záležitostí výroba elektřiny z větru. Naopak malé vodní elektrárny mají u nás dlouhou tradici. Rovněž geotermální energie je využita pouze v některých lokalitách.

### Nové trendy

**Tepelná čerpadla** jsou zařízení, která „přečerpávají“ teplo z nízkoteplotních zdrojů na teplotu použitelnou k vytápění apod. Tepelná čerpadla se dělí podle použitých nízkoteplotních zdrojů. Nejčastěji jsou to systémy: vzduch/voda, země/voda, voda/voda. Účinnost jednotlivých systémů je dána topným faktorem, který vyjadřuje poměr mezi energií dodanou do systému vytápění a přijatou z el. sítě. U moderních zařízení lze očekávat zvyšování účinnosti, tedy topného faktoru.



Využití **energie větru** je aktuální zejména v přímořských oblastech západní a severní Evropy a na německé straně Krušných hor. Na území České republiky je omezený počet lokalit vhodných z výstavbě větrných elektráren. Vzhledem k hustotě osídlení je však často problematické realizovat výstavbu na všech lokalitách s příznivými větrnými podmínkami.

Výroba elektrické energie pomocí větru je značně nerovnoměrná a přináší nové nároky na provoz a stabilitu sítě.

Podle údajů ministerstva životního prostředí by mělo na území republiky stát do roku 2010 kolem 250 až 300 větrných elektráren o celkovém výkonu 500 až 600 MW.

### Fotovoltaické elektrárny

Dle Německé tiskové agentury (DPA) u našich západních sousedů přibyly vloni fotovoltaiky s celkovým výkonem 912 MWp, což je téměř dvojnásobek oproti roku 2004 (+597 MWp). Největší nárůst solárních panelů již tradičně zaznamenali investoři v Bavorsku, kde během jediného roku firmy instalovaly více než 419 MWp. V roce 2005 se solární elektrárny na německých střeších a volných plochách podílely cca 0,26 % na výrobě spolkové elektřiny.



Díky stále rostoucímu zájmu investorů i veřejnosti tak už je jen otázkou krátké doby, kdy SRN překoná 1 GWp instalovaného výkonu fotovoltaiky ročně - což je mj. polovina výkonu JE Temelín. Mezi významně rozvíjející trhy dále patří Japonsko (+219 MWp) a USA (+100 MWp).

V Německu je stále oblíbenější kolektivní investování do fotovoltaických elektráren. Jedná se o dobře investované finanční prostředky, které by investorům měly zajistit budoucí výnosy z prodeje elektrické energie.

Světovým unikátem se stal EVALON-Solar - první střešní hydroizolační pás, který vyrábí elektrický proud. Slouží k dokonalé ochraně budov před srážkovou vodou a současně k přímé přeměně slunečního záření na elektrický proud. Základem systému je standardní hydroizolační fólie, na jejímž povrchu jsou integrovány solární moduly. Jeden modul se skládá z 22 nebo 11 solárních buněk o rozměrech 240 x 340 mm, spojených v sériovém elektrického obvodu. Buňky jsou z obou stran opatřeny flexibilní transparentní vrstvou na bázi teflonu, odolnou vůči povětrnostním podmínkám. Solární buňky jsou třívrstvé (pro dokonalé využití jednotlivých složek slunečního spektra) a jsou vyrobeny z amorfního křemíku. Spodní (záporný) pól tvoří fólie z ušlechtilé oceli, horní (kladný) pól je z průhledné mřížky rovněž z vláken z ušlechtilé oceli. Solární modul je navařen na horním povrchu fólie EVALON a tvoří s ní jeden celek. Odpadají tak jednotlivé nosné konstrukce a stojany, které jsou potřebné při použití tradičních těžkých externích solárních článků se sklem. Jednotlivé moduly jsou spojeny vodiči, které probíhají na střeše pod spodní stranou fólie v tepelné izolaci a jsou svedeny pod střešní konstrukci do sběrné sítě.





## Dílčí závěry

Obecně lze konstatovat, že využívání obnovitelných zdrojů energie bude nabývat na rozmachu. Lze očekávat zdokonalování jednotlivých druhů zařízení, a tedy i zvyšování jejich účinnosti při současném snižování pořizovacích nákladů. Se vzrůstající cenou energie se bude zkracovat jejich ekonomická návratnost. Jejich rozvoji bude napomáhat i zavedení ekologické daně a podpora státu formou garantované výkupní ceny energie, či formou přímých dotací. Využití obnovitelných zdrojů energie, zejména energie Slunce se bude rozvíjet i v souvislosti s výrobou vodíku, jako ideálního přenašeče energie – tedy náhrady klasických akumulátorů, jejichž zdokonalování se stále příliš nedaří (malá kapacita, velká hmotnost).

V podmínkách města Plzně lze v horizontu 20 let očekávat největší rozvoj právě v oblasti fotovoltaických elektráren. Ve volné krajině lze k jejich výstavbě využít pouze omezené plochy (např. staré skládky odpadu), ale ve městě je k dispozici řada vhodně orientovaných střech (šikmých i plochých) a fasád s celodenním osvitem. Navíc spotřeba energie v místě výroby snižuje efektivitu nakládání s energií o ztráty v rozvodech.

Odhadem jenom na budovách ve vlastnictví města je k dispozici více jak 50 000 m<sup>2</sup> vhodných střech. Při dosažitelném výkonu 110 W<sub>p</sub> na 1 m<sup>2</sup> plochy FV článků je potenciál elektrického výkonu na této ploše 5 500 kW<sub>p</sub>, tomu odpovídá teoretická roční výroba elektřiny cca 3 500 000 kWh (roční výroba z 1m<sup>2</sup> se pohybuje mezi 60 až 80 kWh, uvažována střední hodnota).

## ENERGIE PRO DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY

### Současný stav

Dosud je většina dopravních prostředků závislá především na kapalných palivech (nafta, benzín), což se bude v blízké budoucnosti měnit. Již nyní je patrný rozvoj využití v dopravě dosud netradičních paliv a forem energie (bioetanol, zemní plyn, vodík, elektřina atd.). Se stoupající cenou fosilních paliv bude využití jiných forem energie nabývat na objemu a je tedy nutné sledovat nejnovější trendy u nás i ve světě za zpracovávat je do koncepcí a územního plánu. V roce 2004 se v ČR spotřebovalo 5605 tisíc tun nafty a benzínu, pouze 104 tisíc tun LPG a CNG (zkapalněný plyn, resp. stlačený zemní plyn).

### Nové trendy

Na základě Akčního plánu Evropské komise by měla být ve státech Evropské unie paliva vyráběná z ropy postupně nahrazována částečně biopalivy, zemním plynem a vodíkem. Podle „Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/30/EC z roku 2003 o podpoře používání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv v dopravě“ má ke konci roku 2010 energetický podíl biopaliv pro dopravu v každém z členských států Evropské unie činit 5,75 % a podíl zemního plynu 2 % z energie dodané pro dopravu v benzínech a v naftách. Za biopaliva se považují kapalné nebo plynné pohonné hmoty vyráběné z biomasy: bioetanol, bionafta, bioplyn, biometanol, biodimetyléter, bio-ETBE, bio-MTBE, biovodík, čisté rostlinné oleje a

syntetická paliva, jejichž složky byly vyrobeny z biomasy. V krátkodobé perspektivě připadají v České republice v úvahu zejména bioetanol, bio-ETBE a bionafta.

Jedním z trendů, který je již patrný na světových autosalonech je **rozvoj automobilů poháněných vodíkem** (v různých formách uložení). Zejména se jeví jako perspektivní palivové články, ve kterých je z vodíku vyráběna přímo elektrická energie k pohonu vozidel. Ve všech případech je ale nutné tankovat vodík, proto lze předpokládat rozvoj vodíkového hospodářství ve městě. Z počátku bude vodík pravděpodobně vyráběn z klasických energií: buď centralizovaně elektrolýzou vody – tedy pomocí elektrické energie nebo rozkladem zemního plynu. Je tedy pravděpodobné, že první čerpací stanice vodíku by měly vznikat u zdrojů energie (v našem případě v blízkosti tepláren). Druhá forma – rozklad zemního plynu - je vyvíjen jako domácí (tedy decentralizovaná) stanice, která vyrábí ze zemního plynu vodík pro pohon automobilu, teplo pro vytápění a ohřev teplé vody a současně vyrábí i elektřinu.

V Evropské unii se připravuje sériová výroba **nového typu elektromobilů** s motory umístěnými v kolech. Lze očekávat, že i u nás budou ve městech vznikat dobíjecí stanice pro tyto elektromobily, tak jak je to již běžné v některých městech západní Evropy. V nejbližším zahraničí tyto stanice vypadají většinou jako plechová skříň na univerzální zámek nebo čipovou kartu, umístěná na okraji parkoviště buď na zdi nebo samostatně.

Příklad vybavení:

1x zástrčka 220V/10A pro skútry a kola

1x zástrčka 220V/16-20A pro auta

1x zástrčka 380V/35-50A (třífázová) pro užitková vozidla

Předpokládá se, že elektromobily se budou v budoucnosti stále více využívat. Jejich největší výhodou je to, že neefektivněji převádějí energii na pohyb a to díky použití elektromotoru v trakti až s účinností 90% oproti 35% u koncepce spalovacího motoru (celková účinnost obou pohonů jako vozidel je samozřejmě nižší zhruba 30% u elektromobilů oproti 15% u vozidel se spalovacími motory).

Dalším impulsem proč migrovat na provoz elektromobilem je očekávaná ekologická daňová reforma (EDR), která by již do konce tohoto desetiletí mohla finančně zohlednit externalitu způsobované provozem konvenčních spalovacích dopravních prostředků. Navazující legislativa tedy alespoň ve smyslu podpory elektromobilů již funguje ve většině původních 15 zemích EU.

Hromadná výroba a provoz vozidel s elektrickým pohonem závisí na kvalitním zásobníku el. energie - akumulátoru. Vývoj trakčních akumulátorů je dnes již na takové úrovni, že je možno sériově vyrábět vozidla s hybridním pohonem. (HYBRID POWER = kombinace spalovacího motoru s elektrickým). Odtud je jen krůček k "pravým" elektromobilům. Palivové články čekají za dveřmi a právě tyto akumulátory jsou nadějí světového elektromobilismu. Tyto články budou totiž schopny dodávat elektromotorům právě tolik energie, aby mohl elektromobil konkurovat provozu vozidla se spalovacím motorem.

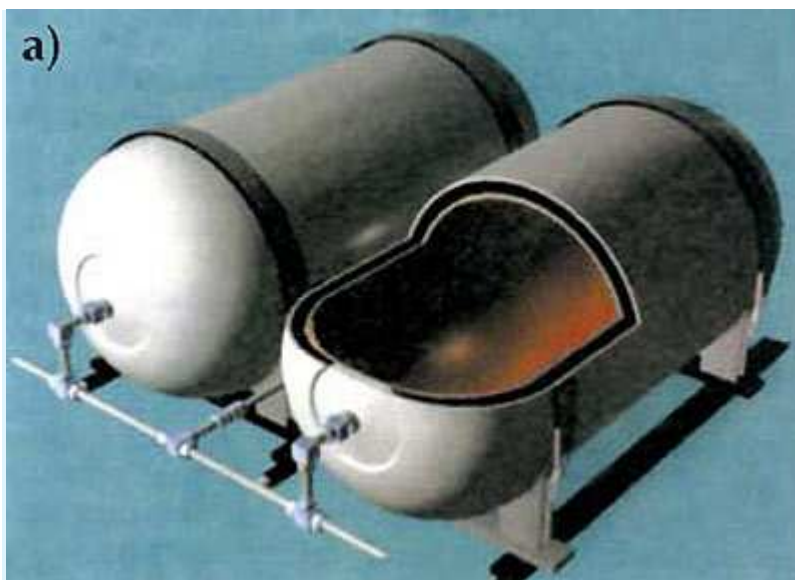
Příklady realizací

Loremo Electric nebo také Loremo EV osazené běžně dostupnou sadou komponentů pro elektrický pohon exceluje díky odhadované spotřebě podle NEFZ kombinovaném cyklu kolem pouhých 4,2 kWh/100km na kolech, při započtení ztrát z AC invertéru, baterií a

nabíječky bude tato hodnota kolem 6kWh (odebraných z el. zástrčky) na 100 km při rychlosti 85km/h. Loremo EV se tak dostává do dříve netušených oblastí se spotřebou 300mpg~125km/L. (1 litr benzínu obsahuje asi 9,737 kWh energie)

Vodík, zejména vyprodukovaný pomocí obnovitelných zdrojů energie, by mohl být teoreticky ideálním palivem pro ekonomiku na celém světě. Proto řada velkých výrobců automobilů zaměřuje svůj vývoj právě tímto směrem.

Nejčistější vodík se získává rozkladem vody elektrickým proudem - **elektrolýzou**. Je to děj, při kterém se na elektrodách napájených stejnosměrným proudem a ponořených do vodních roztoků (voda s hydroxidem draselným nebo sodným) podle jednoduchých rovnic na anodě uvolňuje kyslík a na katodě dvojnásobné množství vodíku. Současné **pokročilé tlakové elektrolyzéry** používají v roli elektrody iontové membrány, nebo rozkládají vodní páru na keramickém elektrolytu z oxidu zirkoničitého. Na výrobu 1 kg H<sub>2</sub> spotřebují 45 kWh. Účinnost výroby vodíku se podle použité metody pohybuje od 40 do 60 %. Cena kg vodíku je ve většině zemí srovnatelná s kg propanu nebo ropy. Ke zkapalnění kilogramu vodíku je třeba vynaložit 40 až 50 MJ.

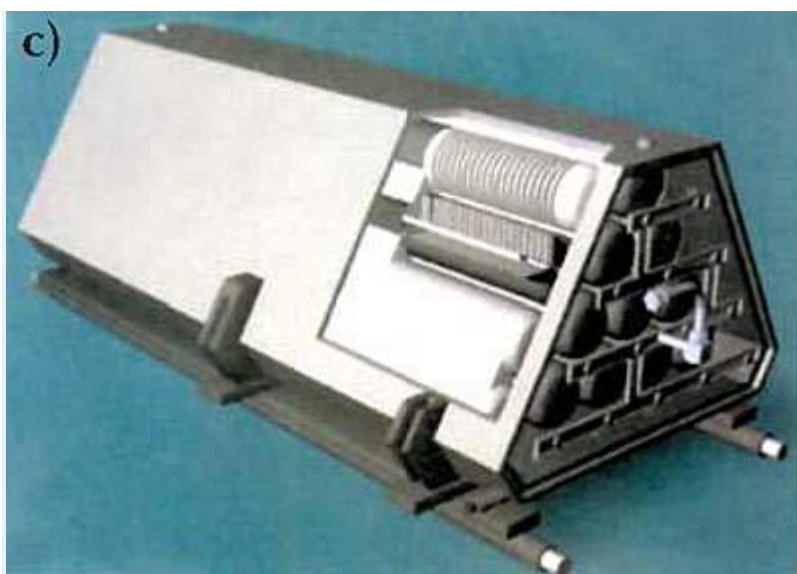


*Uskladňování vodíku - plynný vodík pod tlakem 30 MPa (250 litrů)*

Vodík lze přepravovat potrubím pod tlakem jako zemní plyn, vzhledem k jeho explozivním schopnostem však musí být pamatováno na příslušná bezpečnostní opatření. Přepravuje se i v tlakových nádobách pod tlakem 20 až 35 MPa . V kapalném stavu (při teplotě  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) se dopravuje trailery nebo speciálními tankery a uchovává se v kryogenních, dobře izolovaných nádržích, obvykle při mírném přetlaku 0,4 MPa. Problém s jeho uložením v palivových nádržích dopravních prostředků s vodíkovými motory rozřešilo vázání vodíku na kovy v podobě hydridů kovů. Nádoba vyplněná porézním kovem (např. slinutý kovový prášek prostupný pro plyn), např. na bázi lanthanu a niklu při 0,5 MPa pohltí tolik vodíku, jako tisíckrát objemnější nádržka plynu. V 10 cm<sup>3</sup> titanových třísek se dá takto uskladnit 160 litrů vodíku. Když se náplň mírně zahřeje, vodík se opět uvolní.



*Uskladňování vodíku - kapalný vodík LH<sub>2</sub> při tlaku 0,4 MPa, - 253 °C (140 litrů)*



*Uskladňování vodíku - metalhydridový zásobník 0,5 MPa (170 litrů)*

Možnosti využití vodíku:

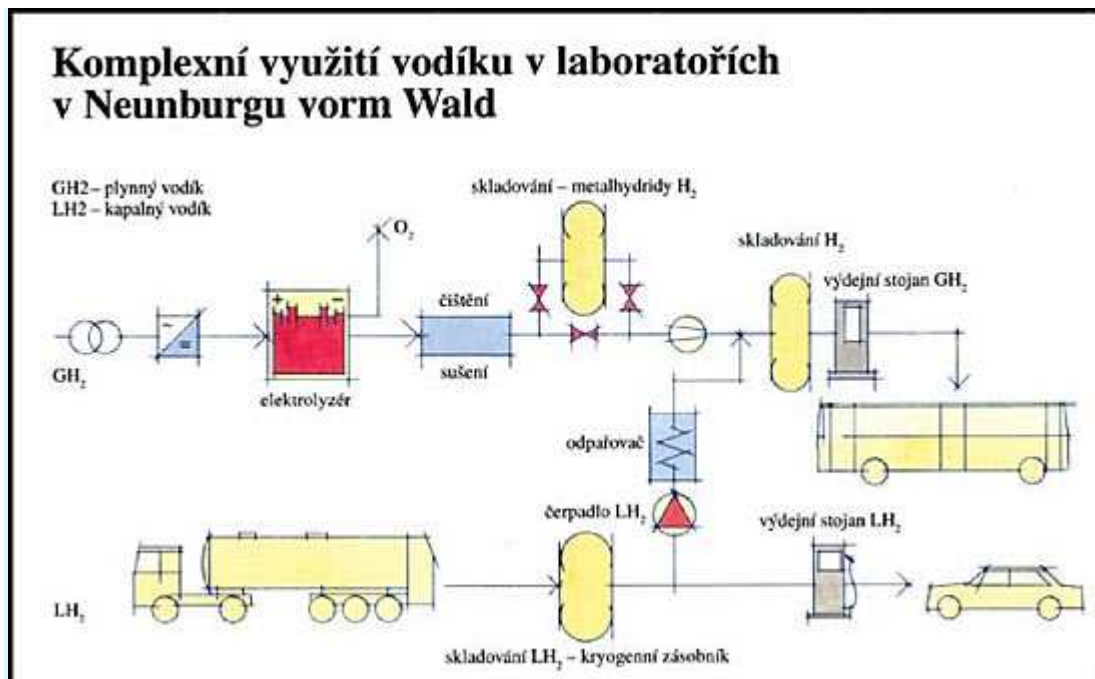
- v **palivových článcích** vydá čistý plynný vodík spolu s kyslíkem (např. ze vzduchu), elektrochemickou reakcí za mírné nebo vyšší teploty, stejnosměrný elektrický proud přímou přeměnou s účinností 70 až 90 % ,bez hluku a exhalací.

- při **přímém spalování** vykazuje dvojnásobnou výhřevnost než např. benzín. Hoří pětkrát rychleji než zemní plyn.

- **katalytické spalování** probíhá při teplotách pod 500 °C s mírnými emisemi NO<sub>x</sub>. Jestliže se do hořícího plynu s teplotou 1000 - 3000 °C vstříkne voda, která předtím chladila stěny spalovací komory, mění se hořák v **generátor páry**. Tzv. vodíko - kyslíkové vyvíječe páry mohou být i levnější než klasické kotle pro spalování fosilních paliv.

Vodík se hodí jak k pohonu pístových motorů s vnitřním spalováním, tak k pohonu plynových turbín. V pístových motorech hoří rychle, maximální emise NO<sub>x</sub> jsou srovnatelné s benzínovými motory. U leteckých turbín se příznivě uplatňuje vysoká hustota vodíkového

paliva, nižší hmotnost motoru a to, že lopatky jsou oblévány mnohem méně agresivními plyny.



*Komplexní využití vodíku v laboratořích v Neunburgu vorm Wald*

### Solárně-vodíkový projekt v Neunburgu vorm Wald

K ověření možností využití vodíku proběhl v letech 1986 - 1999 rozsáhlý pokus mnichovského sdružení Solar-Wasserstoff-Bayern GmbH. V Neunburgu vorm Wald bylo instalováno pole solárních článků (3 000 m<sup>2</sup>) s elektrickým výkonem 360 kW. Elektřina schopná zásobovat 70 domácností byla využívána ke komplexnímu zásobování laboratoří a při přebytku dodávána do sítě. Část výkonu byla využita ke zkapalňování vodíku a kyslíku z elektrolyzérů. Kapalný vodík byl využit k pohonu pokusného osobního automobilu BMW s vodíkovým spalovacím motorem. V noci byla elektřina odebírána z tří pokročilých palivových článků. Desetiletý provoz komplexu sice prokázal technickou schopnost i bezpečnost zařízení, avšak kilowatthodina i v té době nejefektivnějších solárních článků vyšla desetkrát draž než z rozvodné veřejné sítě. Když se z tak drahé kilowatthodiny pak vyrábí vodík a zkapalňuje se pro pohon vozidel, vyjde kilometr jinak ekologické jízdy (z výfuku jen ukapává voda) třicetkrát draž než při použití benzínového motoru.

### Letiště Mnichov

Dne 5. 5. 1999 byla v rámci projektu 14 společností s podporou bavorské vlády zahájen poprvé na světě provoz první veřejné "vodíkové" plnicí stanice. Na jižním okraji nového letiště Mnichov byla vybudována potřebná komplexní technologie. Vodík se vyrábí ve vysokoteplotním elektrolyzérovi a po vyčištění a sušení se skladuje v metalhydridových a tlakových zásobnících. Z výdejních stanic ho do tlakových nádob nebo do malých metalhydridových zásobníků odebírá několik automobilů a autobusů se spalovacími motory upravenými na spalování vodíku. Další část stanice je zásobována kapalným vodíkem LH<sub>2</sub> od firmy Linde v Ingolstadtu, který se skladuje v kryogenním zásobníku. Speciální robotizovaný



výdejní stojan jím plní kryogenní nádrže několika osobních automobilů BMW. S jednou náplní vlastní nádrže mají akční radius okolo 300 km. Experimenty s proudovými letadly poháněnými vodíkem (Tu-155 a airbus Cryoplane společnosti Daimler-Benz Aerospace) nasvědčovaly, že provoz těchto letounů by mohl být čistší, zatím však nemohl konkurovat cenově palivům na bázi ropy. K vyrovnání cen by mělo dojít kolem roku 2015.



*Prototyp vodíkového dopravního letounu Cryoplane s nádržemi na kapalný vodík LH<sub>2</sub>*

V projektu jsou zkoušeny dvě různé formy vodíku – stlačený plyn a zkvalněný.

### **Plynný vodík GH<sub>2</sub>**

Vodík je na letišti vyráběn elektrolýzou pomocí moderního vysokotlakého elektrolyzéro. Potřebná elektřina je získávána z distribuční sítě v době mimo energetických špiček. Po čištění a sušení je vodík uskladňován v metalhydridních zásobnících, které pojmu až 2 000 m<sup>3</sup> vodíku. Vodík z metalhydridních zásobníků je dvoustupňovým vysokotlakým kompresorem stlačován až na tlak 350 barů a poté uskladňován v soustavě 5 tlakových zásobníků.

Na neveřejné plnicí stanici (uvnitř areálu letiště) je stlačený vodík plněn do nízkopodlažních kloubových letištních autobusů na provozní tlak 250 barů. Doba naplnění jednoho autobusu se pohybuje okolo 10 minut. Na konci roku 1999 jezdily na stlačený vodík 2 autobusy MAN a 1 omnibus NEOPLAN. Používaný speciální vodíkový motor MAN je šestiválec s maximálním výkonem 140 kW. Stlačený vodík je skladován na střeše autobusů v 15 hliníko-karbonových tlakových nádobách o celkovém vodním objemu 2 550 litrů. Dojezd na 1 naplnění je přibližně 150 km, což plně postačuje pro den provozu.

### **Kapalný vodík LH<sub>2</sub>**

Osobní i nákladní automobily mohou v prostoru mnichovského letiště čerpat také kapalný vodík. Ten je dopravován trajlery z nedaleké zkvalňovací stanice firmy Linde v Ingolstadtu. Kapalný vodík je na letišti uskladňován v kryogenních nádržích při -253°C, z nich je přečerpáván jednak do plnicí stanice kapalného vodíku, jednak do odpařovače (přeměna na GH<sub>2</sub>, který dále putuje do tlakových zásobníků). Veřejná plnicí stanice kapalného vodíku na mnichovském letišti je plně automatická, vlastní plnění vozidla kapalným vodíkem zajišťuje, prostřednictvím speciálního výdejního stojanu, robot. Tento způsob zajišťuje nejen vysoký

komfort, ale také 100% bezpečnost, protože špatná manipulace při plnění je takto vyloučena. Naplnění osobního vozidla trvá 6 minut.

Osobní automobily BMW, které dnes využívají kapalný vodík jako pohonnou hmotu, disponují 120 litrovou kryogenní nádrží, umístěnou v zavazadlovém prostoru. Dojezd automobilu se pohybuje mezi 250–350 km. Vozidla jsou dvoupalivová tzn. že mohou využívat nejen vodík, ale i klasické palivo – benzín.



*Plnění vozidla kapalným vodíkem*

Každodenní provozní a ekonomické zkušenosti jsou pro další rozvoj užití vodíku jako pohonné hmoty významným přínosem.



*Letištní autobus jezdící na stlačený vodík*



*Letištní autobus jezdící na stlačený vodík – plnění*



*Vodíková plnicí stanice*



*Detail výdejního stojanu kapalného vodíku*

Cílem projektu je získání zkušeností s používáním vodíku v každodenní praxi a ověření ekonomiky používání vodíku jako pohonné hmoty.

## Evropsko-kanadský vodíkový projekt

Rozsáhlý pilotní projekt EQHHPP (Euro-Quebec-Hydro-Hydrogen-Project), který by měl pootevřit cestu k vodíkovému hospodářství, probíhá od roku 1988 mezi Kanadou a Evropou. Obrovské přebytky elektrických výkonů v Kanadě by bylo možné prodávat Evropě prostřednictvím vodíku. V současné době jeden speciální tanker přepravuje z kanadské zkapalňovací stanice v Sept Iles u ústí řeky Sv. Vavřince kapalný vodík do Hamburku. Tam se skladuje v kulové nádrži a ve výparníku se postupně mění na vodíkový plyn. Ten je využit v demonstrační stanici k výrobě elektrické energie v palivovém článku, spalován v katalytickém hořáku, nebo se plní do tlakových nádrží několika pokusných vodíkových autobusů a pokusných komunálních vozidel. V první etapě jde o »vodíkový« přenos výkonu asi 100 MW. V další etapě vzroste dovoz kapalného vodíku na 7000 m<sup>3</sup> ročně a vodíkem má být poháněno 830 městských autobusů v Hamburku.

Zatím ještě utopicky znějící projekty mluví o úplném zásobování střední Evropy kanadskou elektřinou prostřednictvím "vodíkového mostu". V oblasti fantazií je představa budování vodíkových centrál na pouštích v rovníkových oblastech, kde by elektrolyzéry napájené ze solárních článků rozkládaly vodu, a vodík by byl přepravován do Evropy podmořským potrubím, nebo po zkapalnění tankery.

---

Bylo čerpáno z knihy »Velká kniha o energii«, kolektiv autorů; vydal L.A. Consulting Agency, spol. s r.o., Praha 2001

## Island'ané začínají jezdit na vodík

V hlavním městě Islandu byla otevřena první stanice na světě, v níž mohou řidiči jako pohonnou hmotu načerpat vodík. Jde o první krok projektu, v rámci něhož by v příštích měsících měly podobné stanice vyrůst v prakticky všech zemích Evropské unie. Projekt směřuje k náhradě tradičních benzinových a naftových motorů ekologicky méně závadným palivem. Evropská unie ho částečně financuje. Provozovatelem čerpací stanice je ropná firma Royal Dutch/Shell.



*První vodíková čerpací stanice na světě stojí v Reykjavíku  
foto: AP – Hreinn Magnusson*

Islandská ministryně obchodu a průmyslu Valgerdur Sverrisdóttir při otevření čerpací stanice v Reykjavíku řekla, že jde o zásadní krok k vodíkové společnosti. Ředitel firmy Royal Dutch Jeroen van der Veer označil otevření stanice za základní kámen dlouhé cesty směřující k vodíkové budoucnosti.

Na vývoji technologie pracují odborníci v zemích EU a Spojených státech. Jde však o velní nákladnou záležitost, dosud není dořešena řada problémů, například skladování a převoz vodíku.

Island plánuje dvouleté testovací období vodíkových motorů. V současné době jsou k dispozici tři upravené autobusy Daimler Chrysler, které jezdí po hlavním městě Reykjavíku. Postupně se na Islandu má začít jezdit na vodík i v osobních automobilech a motorových člunech.

Island má v plánu do roku 2030 plně přejít na obnovitelné zdroje energie, především geotermální a vodní. Tím, že by v masovém měřítku nasadil technologii motorů spalujících vodík, by se jednak oprostil od vysokých nákladů na dovoz ropných produktů a jednak by ozdravil životní prostředí. Spalováním vodíku totiž nevnikají žádné nebezpečné zplodiny, ani oxid uhličitý. Pouze voda ve formě vodní páry.

Proti vodíkové technologii hovoří relativně drahý způsob získávání vodíku. Děje se tak elektrolýzou vody. To však Island any příliš nepálí, neboť vodních zdrojů mají obrovský přebytek. Bohužel jí nemohou vyvážet, protože Island je ostrov příliš odlehlý od krajín, kde je elektřiny nedostatek. Přesto se v poslední době staví několik nových vodních elektráren. Elektřina z nich by měla sloužit i výrobě vodíku.

Zkušební projekt vodíkového pohonu tří autobusů včetně přestavby tří vozů stál sedm milionů eur, tj. asi 222 milionů korun.

podle denního a televizního zpravodajství, 26. 4. 2003

---

Paříž, 31. ledna 2006 (*zpráva z tisku*)

### **Odstartoval HYCHAIN projekt: 150 vozidel, která budou jezdit na vodík, bude testováno ve 4 regionech v Evropě**

Evropská unie rozhodla, že bude do roku 2020 využívat 20% alternativních pohonných hmot. Je to proto, aby se redukovala závislost na fosilních palivech (petrolej, přírodní plyny, uhlí) a omezily emise skleníkového efektu a dalších znečišťujících látek, které jsou zodpovědné za změny klimatu a některé respirační choroby.

Používání vodíku jako zdroje energie je slibným alternativním řešením. Budeme produkovat elektrickou energii za použití palivového článku = vodíku kombinovaného s kyslíkem ze vzduchu a emisí bude pouze voda. Toto řešení má obrovský potenciál, neboť poskytne čistou a nehluknou energii.

Dnes je ne světě pouze několik stovek prototypů vozidel poháněných vodíkovým palivovým článkem. Kromě toho, že cena vozidla je velká, je jeho rozšíření komplikované, kvůli pracovnímu rozsahu a omezené infrastruktuře pro dodávky vodíku. Je v podstatě zatím jen několik desítek "zkušebních servisních stanic" kde je možné "natankovat" vodík.

Projekt HYCHAIN-MINITRANS poskytne možnost uživatelům v regionu EU testovat 150 plně elektricky poháněných vozidel, pohonná hmota = vodíkový palivový článek: skútry, tříkolky, invalidní vozíky, malá vozidla a minibusy. Počáteční prioritou bude vozový park, který bude patřit městské správě v partnerských městech, invalidní vozíky budou používány ve spolupráci s některými nemocnicemi, a to v reginech Rhône-Alpes ve Francii (velké obci v regionu Grenoble Alpes Métropole), Emilia Romagna v Itálii (město v Modeně), Castilla y León ve Španělsku (města v Soria a León) a Jižní Westfálsko v Německu (města v regionu Emscher Lippe). Tento projekt bude trvat 5 let, zahrnuje dvě fáze: 2006 až 2007 budou

vyrobena vozidla a rozvinuta infrastruktura a od roku 2008 do 2010 budou vozidla testována ve čtyřech regionech za skutečných podmínek.

Palivo s vodíkem do těchto vozidel je jednoduché a bezpečné, projekt HYCHAIN-MINITRANS bude rozvíjet zlepšovatelství podpůrný servis: například v prodejních automatech bude možné doplnit vodíkový palivový článek do vozidla, to znamená vyměnit prázdnou láhev s vodíkem za plnou, pod velmi vysokým tlakem (700 bar). To vše v naprosté bezpečnosti díky nově vyvinutým a patentovaným technologiím Air Liquide.

Projekt HYCHAIN-MINITRANS má také důležité sociální aspekty: cílem je podporovat rozvoj nového průmyslu v Evropě, významně podporovat pravidla, která budou v budoucnu používána, rozvíjet technologie, které neohrožují životní prostředí.

Projekt bude financován Komisí EK - Ředitelství Energie a Transportu, částkou 17 milionů Euro (celkový rozpočet je 37,6 milionů Euro), HYCHAIN-MINITRANS projekt je na světě vůbec prvním takovýmto projektem.

---

14.07.2006 (zpráva z tisku)

### **Evropská komise vypracovala plán na podporu aut jezdících na vodík**

Evropská komise je přesvědčena o tom, že podporou výroby aut jezdících na vodík přispěje jak k diversifikaci evropských energetických zdrojů, tak ke snížení emisí skleníkových plynů

Komise včera oznámila, že bude podporovat rozvoj technologicky pokročilých dopravních prostředků jezdících na vodík a vyzvala všechny zainteresované strany, aby se k jejímu návrhu vyslovily.

Automobilový průmysl je v současné době z 98% závislý na ropě. Komise se zavázala k tomu, aby 20% tradičních pohonných hmot bylo kolem roku 2020 nahrazeno alternativními zdroji, přičemž klasifikovala vodík jako jednu z nejslibnějších alternativních pohonných látek. Stanovením nových bezpečnostních požadavků pro dopravní prostředky poháněné vodíkem a jejich zahrnutí do evropského rámce typových zkoušek Komise doufá, že zvýší důvěru spotřebitelů a usnadní komercializaci těchto dopravních prostředků, stejně tak jako investice. Je pravděpodobné, že hlavní překážkou pro používání aut na vodík bude jejich cena. Motory poháněné vodíkem neprodukují oproti dieselu a benzínu žádné emise oxidu uhličitého nebo dalších skleníkových plynů a z tohoto důvodu přispějí ke zlepšení kvality ovzduší.

---

Evropská komise pro životní prostředí, průmysl a energii přijala v roce 2001 program pro využití alternativních pohonných hmot v dopravě. Program předpokládá, že **do roku 2020 by mělo být nahrazeno 20 % motorových paliv vyráběných na bázi ropné suroviny alternativními palivy, biopalivy a zemním plynem a vodíkem.**

Představa komise je uvedena v tab. 1, ze které vyplývá, že biopaliva by měla nahradit 8 % klasických motorových paliv, benzínu a motorové nafty. Jak vyplývá z této tabulky, zvětšování podílu jednotlivých typů alternativních paliv v dopravě podle tohoto programu by mělo být postupné. V prvním období do roku 2010 se počítá s nárůstem využití především biopaliv (bioetanol a metylestery mastných kyselin) a to až na úroveň 6 % podílu klasických kapalných paliv. V dalším období do roku 2020 se počítá s dalším zvětšením podílu využití biopaliv na 8 %.

V období 2010 – 2020 se předpokládá významné využití zemního plynu jako pohonné hmoty v dopravě (v roce 2020 by jeho podíl měl činit až 10 % z celkové spotřeby motorových paliv). Zemní plyn je z hlediska emisí skleníkových plynů výhodnější než současná klasická kapalná



motorová paliva a biopaliva. Nezbytným předpokladem pro jeho větší využití je však dostatečně široká nabídka vozů na zemní plyn od výrobců a zejména pak vytvoření potřebné infrastruktury.

Jak již bylo uvedeno, dalšími typy alternativních paliv, uvažovanými ve střednědobém a dlouhodobém výhledu, jsou syntetická paliva vyráběná na bázi zemního plynu (GTL), biomasy (BTL, Biomass to Liquids) a vodík.

*Tab. 1: Zvětšování podílu alternativních paliv na celkové spotřebě motorových paliv v zemích EU do roku 2020*

Rok	Biopaliva	Zemní plyn	Vodík	Celkem
2005	2	-	-	2
2010	6	2	-	8
2015	(7)	5	2	14
2020	(8)	10	5	(23)

Přes určité (řešitelné) technické a ekonomické problémy lze zaváděním alternativních paliv kryt ve střednědobém horizontu pokles dostupnosti ropy, která ovšem určité zůstane ještě alespoň dvě dekády základem výroby paliv a petrochemických technologií.

*11/2006 zdroj Internet*

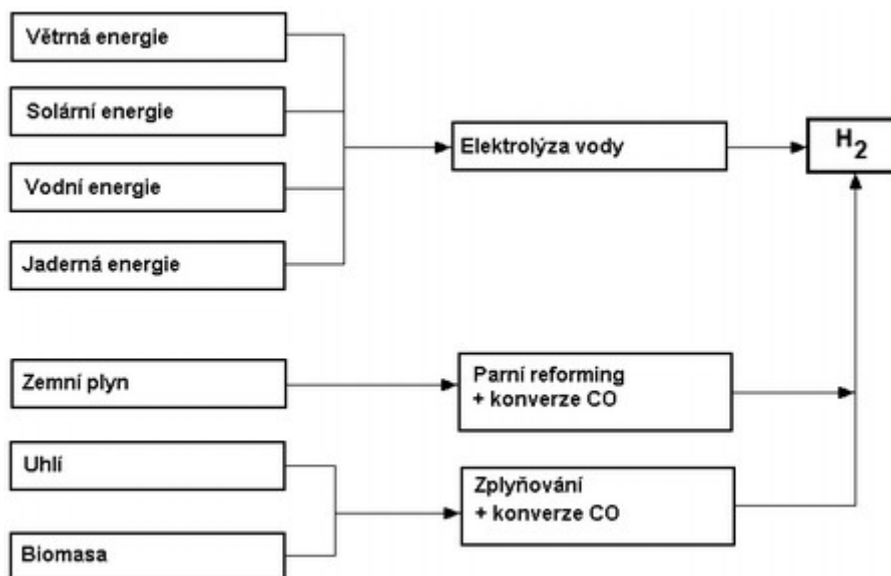
První malé vodíkové články jako náhrada baterií by se měly objevit v obchodech v roce 2007. Zatímco současné baterie vydrží dodávat energii pouze několik hodin, tyto články by měly např. laptop zabezpečit dostatkem energie na několik dní. Baterie určené pro mobilní telefony by pak měly vydržet až 20hodinový rozhovor. Články budou obsahovat 20-30násobné množství energie než dosavadní baterie a jejich cena se bude pravděpodobně pohybovat mezi 2-3 dolary.

V budoucnosti se počítá také s výrobou kol a motorek na vodíkový pohon a pozadu nezůstávají ani výrobci aut. První komerčně vyráběná auta by se měla na trhu v malé sérii objevit v letech 2010-2012.



*Jeden z 36 autobusů Mercedes-Benz poháněných palivovými články. Tyto autobusy po dva roky jezdí v rámci projektu CUTE v dvanácti evropských městech.*

Pro vodíkovou ekonomiku (vodík slouží jako základní energetický přenašeč pro energetické a palivářské aplikace) se předpokládá následující schéma :



V oblasti vodíkové ekonomiky, která se bude rozvíjet paralelně s uhlíkatými zdroji a bude též závislá na rozvoji a pokroku jaderné energetiky, lze popsat úvodní kroky jejího zavádění.

Především – vodík není energetický zdroj, ale spíše šikovný přenašeč energie. Na rozdíl od elektrické energie ho lze lépe skladovat (kompresí nebo zkapalněním). Tak je možno vodík použít jak pro pohon vozidel, tak i pro lokální výrobu elektrické energie v kogeneračních systémech nebo palivových článcích. Právě s palivovými články se počítá jako důležitým zdrojem v dopravě už kolem roku 2015.

Do doby, kdy se bude uplatňovat levný a dostupný vodík (tedy poté, kdy bude k dispozici dostatečný energetický zdroj pro jeho výrobu z vody), bude růst význam výroby komponent kapalných paliv z obnovitelných zdrojů tzv. biopaliv.

#### 14.11. 2006 ŠKODA OCTAVIA NA BIOETANOL (zpráva z tisku)

MLADÁ BOLESLAV - Podle Haralda Ludanka, člena představenstva automobilky zodpovědného za technický vývoj, jsou zejména ve Švédsku pro tento alternativní pohon vhodné podmínky. Prvním modelem s alternativním pohonem by se měla stát nová octavia s motorem o objemu 1,6 litru.

Jak již dříve Právo informovalo, automobilka s výrobou vozů s pohonem na bázi E85, tedy směsi 85 procent etanolu a 15 procent benzínu, počítá již delší dobu. Počítá i s motory na zemní plyn, ale jejich vývoj podle Ludanka potrvá ještě nejméně rok. Cena aut s pohonem na zemní plyn by měla být podle informací automobilky vyšší asi o 4000 eur.

Motory na bioetanol mají podle Ludanka šanci na úspěch především v zemích, kde lze alkohol vyrábět z obnovitelných zdrojů. Tento agregát zůstane vyhrazen zřejmě jen pro několik zemí.

## Městská hromadná doprava na vodík

Kvůli snížení emisí oxidu uhličitého se v městské dopravě zkouší nový typ autobusů. Radní australského města Perth rozhodli, že zatím pokusně pro účely městské hromadné dopravy nasadí tři autobusy Mercedes-Benz Citaro poháněné vodíkovými palivovými články od firmy Ballard Power Systems. Nahrazení všech autobusů se spalovacími motory by v Austrálii snížilo emise oxidu uhličitého o 2,7%. Vláda Australského svazu proto na tento projekt zatím přispěla částkou 1,7 milionu USD. Kupodivu ani Evropa nezůstává pozadu: třicet obdobných autobusů brzy podstoupí testy ve skutečném provozu v deseti evropských městech.

datum publikování: 29.9.2004



*Autobus na stlačený vodík na letišti v Mnichově*



*Prototyp autobusu využívajícího palivové články – Barcelona*



*Vodíková čerpací stanice - Barcelona*

## Evropská vodíková dálnice

Společnost **Linde AG**, velký dodavatel technických plynů, v roce 2005 prezentovala svou vizi „Evropské vodíkové dálnice“ – dálničního okruhu procházejícího hlavními centry vývoje a výroby automobilů v Německu, jež má být vybudována nákladem 30 milionů EUR. Čerpací stanice na vodík od sebe budou vzdáleny cca 50 km, tedy stejně, jako běžné benzínové pumpy. V této oblasti není koncern Linde AG bez zkušeností. Zatím se ve světě podílel na výstavbě 20 vodíkových čerpacích stanic, kde mohou tato paliva nabírat autobusy a automobily. Prvním krokem k využití vodíku jako paliva spalovacích motorů je výstavba plně automatizované plnicí stanice vodíkových trajlerů, jež byla dána do provozu v listopadu 2005 na severní Moravě. Slouží k plnění trajlerů specializovaných pro přepravu tohoto plynu a je pouze dálkově monitorována z výrobního centra v Třinci. Většímu rozšíření vodíku jako paliva zatím brání skutečnost, že naprostou většinu vodíku získáváme tzv. reformováním zemního plynu, tedy neobnovitelného zdroje.



datum publikování: 8.3.2006

## Současnost použití vodíku v ČR

V ČR, jmenovitě na pracovištích Technické univerzity Liberec, ČVUT Praha, Státního zdravotního ústavu Praha a Fakulty životního prostředí Univerzity J. E. Purkyně v Ústí n. L., se vyvíjí vodíkový motor a to v rámci projektu Grantové agentury ČR evidovaného pod č. 101/97/K053 a nazvaného „Pístový motor pro spalování vodíku – pohonná jednotka budoucnosti“.

Připravuje se také česká premiéra vodíkového autobusu. Ten by se měl představit veřejnosti za necelé dva roky. Pokud se tedy nevyskytnou nějaké nepředvídané problémy, měli by v roce 2008 vidět lidé v Neratovicích jezdit po ulici něco dnes nevidaného: autobus, který se pohybuje téměř nehlučně a za kterým nezůstávají oblaka černého dýmu. Jeho jediným 'odpadem' totiž bude čistá voda. Lidé v Neratovicích ale nebudou na autobus jen zírat. Oni se v něm budou také vozit, protože má být nasazen na jednu místní pravidelnou linku. V rámci projektu bude postavena vodíková čerpací stanice v Neratovicích.

S dopravou vodíku tedy nebudou problémy. Tam, kde se vyrobí, tam se také spotřebuje. Vodík vyprodukuje Spolana Neratovice. Předpokládaný dojezd bude zřejmě mezi 400 - 500 kilometry na jedno natankování. Vzhledem k tomu, že se jedná o autobus pro hromadnou městskou dopravu, je to víc než dostatečné. Autobus vyrobí Škoda Plzeň.

(10/2006 zdroj Internet [www.novinky.cz](http://www.novinky.cz))

**Příklady automobilů blízké budoucnosti:**

Studie **Peugeot Coupé Cabria**, která je odvozena od modelu 207. Ukazuje, jak bude vypadat i nová generace. Studie však není určena pouze pro demonstraci nové karosářské verze, ale ukazuje technologickou vyspělost automobilky. Malý Peugeot je vybaven palivovými články, které jsou umístěny v zadní části vozu. Elektrická energie z nich pohání elektromotor, který disponuje výkonem 40 až 70 kW a točivým momentem 180 Nm. Vůz dosáhne rychlosti až 130 km/h a na stovku zrychlí za 15 s. Dojezd 1 550 kg těžkého vozu by se měl pohybovat okolo 350 km.

**Honda FCX** se stala prvním vodíkovým autem ve volném prodeji.



**FIAT Panda Hydrogen** poháněná vodíkovými články prezentuje nejnovější poznatky Fiat Group v této oblasti. Prototyp na bázi Pandy je výsledkem vývoje firem sdružených v rámci Fiat Group a převážně italských dodavatelů komponentů. Panda nemá na rozdíl od dřívějších prototypů s palivovými články baterii pro uchování elektrické energie. Tato nová generace vodíkového pohonu sestává ze tří palivových článků firmy Nuvera, turbodmychadla pro přísun vzduchu, zvlhčovacího a chladicího systému pro správnou funkci čidel a příslušenství.

Systém palivových článků je umístěn pod podlahou. Molekuly vodíku a kyslíku spolu reagují za pomoci katalyzátoru a vytvářejí vodu a teplo. Do generátoru elektrické energie je pod tlakem 1,5 baru přiváděn vodík a kyslík obsažený ve vzduchu. Elektromotor s převodovkou je pak umístěn v motorovém prostoru. Vodík je skladován v kompozitových nádržích pod tlakem 350 barů.

Nejvyšší výkon Pandy Hydrogen je 60 kW (82 koní), což jí umožňuje dosáhnout rychlosti přes 130 km/h, zrychlit z klidu na 50 km/h za 5 sekund a rozjet se do 23-procentního



stoupání. Dojezd v městském provozu přesahuje 200 km a dotankování trvá necelých 5 minut, což doba srovnatelná s auty jezdícími na metan.

Vývoj aut s vodíkovým pohonem má pokročit až k uvedení na trh během 15 až 20 let.



**BMW** má potřebu se za všech okolností odlišovat, i pohon na vodík vyvíjí po svém. A nutí klasický spalovací motor, který v předminulém století vymyslel pan Otto, spalovat kapalným vodíkem.

Na půl cesty jsou pak hybridní auta, kombinující elektromotor a spalovací motor. V této disciplíně si úspěšně vede **Toyota**. Japonská firma Toyota rovněž představila nový typ auta. Dostalo název FINE-S a je poháněno vodíkem. Je to auto, které výrazně šetří životní prostředí, protože jedinou zplodinou, která po něm zůstává, je pára. Motor na vodík je zabudován pod podlahou, čímž auto získává dokonalejší stabilitu. Nejde o sci-fi ze vzdálené budoucnosti, ale první prototypy už mají na zkoušku někteří členové japonské vlády a pracovníci řady japonských univerzit a také univerzit v USA.

Společnost **Daimler Chrysler** ohlásila, že v roce 2012 bude připravena spustit výrobu aut na vodíkový pohon. Testy motorů firmy Shell Hydrogen, s níž Chrysler spolupracuje, již začaly. Čerpají energii z palivových článků, motory neprodukují zplodiny, pouze vodu a vzduch.

Společnost **Michelin** pořádala v roce 2004 konferenci o nových energetických zdrojích pro dopravní prostředky s názvem Michelin Challenge Bibendum. Které energetické zdroje zde byly zastoupeny ?

Elektrina: Vysoká efektivita a nulové lokální znečištění zaručuje budoucnost elektromotorům. Elektrina pro pohon automobilů může být dodávána z akumulátorů, z palivových článků nebo z fotoelektrických článků (solární panely). Padesát procent všech 150 představených modelů na letošním Michelin Challenge Bibendum bylo vybaveno elektromotory. Důraz byl kladen zejména na nové lithiové akumulátory.

Vodík: Nejlehčí plyn, který sloučením s kyslíkem (oxidací nebo spalováním) produkuje vodu. To z něj dělá velmi zajímavý energetický zdroj, který neprodukuje žádné lokální znečištění. Vodík může v palivových článcích sloužit k výrobě elektřiny, nebo může být použit přímo ve spalovacích motorech!

Zemní plyn: Zemní plyn, který se používá k vytápění a ohřívání, může dobře posloužit i k pohonu automobilu jako efektivní a čisté palivo s nízkou úrovní emisí a CO<sub>2</sub>.

Biopalivo: Nejčistější paliva vznikající ze zpracování biomasy. Pracují na stejném principu jako fosilní paliva, ale s tím rozdílem, že vykazují lepší výsledky v emisích CO<sub>2</sub>, protože oxid uhličitý vznikající ze spalování biopaliv je z části opět pohlcen rostlinami, které slouží k výrobě paliva.

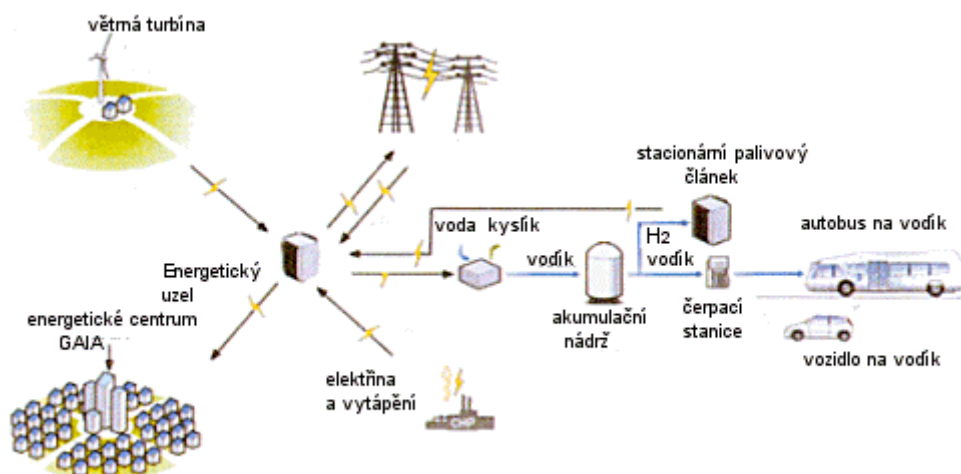
**LPG (Liquid Petroleum Gas):** Ropný plyn je vedlejším produktem ropného průmyslu, protože vzniká při rafinaci surové ropy. Je zajímavým kompromisem mezi zemním plynem a benzinem.

**Benzin:** Jako nejpobulárnější palivo dvacátého století se nejvíce zasloužil o rozvoj individuální dopravy. Díky velkému množství technologických vylepšení (hybridní pohony, přímé vstřikování) bude hlavním palivem i v následujících desetiletích 21. století.

**Nafta:** Vznětová technologie i přes svůj pokročilý věk zaznamenala v posledních letech neuvěřitelný pokrok. Nové technologie přímého vstřikování a částicové filtry učinily z nafty vážného konkurenta všem ostatním energetickým zdrojům.

Japonský ústav **Railway Technical Research Institute (RTRI)** úspěšně provedl test světově první lokomotivy poháněné palivovými články. Její vývoj začal už v roce 2001 a hlavním cílem bylo zredukovat emise a hluk. Výzkumníci postavili lokomotivu, která kombinovala palivové články, vysokotlaké nádrže na vodík a měnič, který převáděl energii. V roce 2003 se poprvé uskutečnily testy 30 kW modulu a začal vývoj 100 kW modulu. Ten byl letos (r. 2006) úspěšně namontován na testovací zařízení a odzkoušen. V průběhu dalších dvou let se RTRI chystá vyvinout systém na palivové články pro komerční použití. Na projektu se účastní i japonské ministerstvo dopravy.

V Evropě probíhá také několik pilotních projektů zaměřených na průzkum využití vodíku vyrobeného pomocí OZE v dopravě. Je to řada malých regionálních demonstračních projektů jako je - vodík v dopravě pro Gaia Energy Centre v Delabole v Cornwall - Velká Británie, o kterém se v současné době diskutuje, až po rozsáhlejší projekty v oblasti dopravy jako je projekt USHER (Urban Integrated Solar to Hydrogen Energy Realisation) a ECTOS (Ecological City TranspOrt System) a projekty, které tvoří část náročného plánu Campaigne for Take-off, zaměřeného na dosažení absolutní nezávislosti na tradičních zdrojích energie do roku 2025 na švédském ostrově Gotland.



*Koncept energetických uzlů, který propojuje nezávislé obnovitelné zdroje energie s ostatními formami energie a vodíkové hospodářství*  
<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2006&h=2&th=56>

### Vozidla na zemní plyn

Podle Lubomíra Kolmana ze společnosti RWE Transgas by se počet automobilů jezdících v tuzemsku na zemní plyn měl v příštím roce zvýšit na dvoj- až čtyřnásobek. Zatímco v současnosti (r. 2006) jezdí po českých silnicích zhruba 500 vozů, na konci příštího roku by jich mělo být 1000 až 2000. Plynárenské společnosti vidí v plynu budoucnost, do roku 2020 chtějí investovat do výstavby stovky čerpadel kolem miliardy korun.

### Automobil na stlačený vzduch

V závěrečné fázi vývoje a ve stádiu přípravy do sériové výroby je automobil na stlačený vzduch. Protože v motoru nedochází k žádnému spalování, nevznikají ani žádné zplodiny během jízdy. Vzduch, odebíraný z atmosféry (který bude smíchán se stlačeným vzduchem ve válci) je před použitím filtrován, čímž se vyčistí až 90m<sup>3</sup> vzduchu denně. Dojezd prvních dokončených prototypů je dvojnásobný oproti současným nejlepším (a nejdražším) elektromobilům (mezi 200 a 300 km, nebo 10 hodinová jízda), což je velmi vhodné pro Evropský trh, kde 80 % řidičů neujede více jak 60 km denně.

Stlačený vzduch se bude, dle předpokladů tvůrce, doplňovat na benzínových pumpách přizpůsobených pro poskytování stlačeného vzduchu. Zhruba za tři minuty a za cenu kolem jednoho € bude auto připraveno na další 200/300 km jízdu. Jako základní a dočasnou alternativu má každé auto zabudovaný malý kompresor, který umožňuje kompletní doplnění nádrže v průběhu tři a půl hodiny, pouhým připojením do 220V sítě.



Zdroj: [www.autonavzduch.cz](http://www.autonavzduch.cz); <http://www.theaircar.com/>

### Díličí závěry

Je třeba počítat s tím, že na území města budou vznikat nové typy čerpacích a dobíjecích stanic pro napájení osobních automobilů, užitkových vozidel i autobusů. V některých případech bude docházet k rozšíření nebo rekonstrukci stávajících čerpacích stanic pohonných hmot. Nabíjecí místa pro elektromobily by mohla vznikat i na některých parkovištích (v blízkosti vhodných rozvodů elektrické energie. Vzhledem k tomu, že tato vozidla budou s minimálními nebo dokonce nulovými emisemi, mělo by město podporovat výstavbu těchto zařízení.

Výroba vodíku, stlačeného vzduchu a samozřejmě i elektrické energie má blízko k teplárenským provozům, proto lze očekávat, že první stanice s vodíkovým hospodářstvím pro potřeby individuální dopravy i MHD by mohly vznikat v areálech tepláren nebo jejich blízkosti.

### ZÁVĚR

Zcela jistě lze v následujících 20 letech očekávat další intenzivní rozvoj využívání obnovitelných zdrojů energie. V podmínkách města bude na prvním místě solární energie, kterou lze využívat k ohřevu (fototermická zařízení) vody nebo vzduchu, tak i k přímé přeměně energie Slunce na elektrickou energii (fotovoltaická zařízení).

Stále významnější úlohu v energetice bude sehrávat vodík, který lze využít jako přenašeč energie. Umožňuje akumulaci a dopravu i na velké vzdálenosti. Lze jej s výhodou využít k akumulaci energie získané z klasických a především obnovitelných zdrojů. Jeho výhodou je provoz s minimálními dopady na životní prostředí v místě spotřeby.

Uhlí však zůstane majoritním palivem pro produkci elektrické energie i v 21. století a může se stát vhodnou surovinou pro použití v dopravě a chemickém průmyslu. Další vývoj a široké využívání moderních technologií zvýší konkurenceschopnost uhlí dosažením větší účinnosti jeho energetického využití, což současně sníží negativní vlivy na životní prostředí.

Díky rozvoji zařízení na využití obnovitelných zdrojů energie a malých kogenerací, by se v budoucnu mohly snižovat nároky na zatížení energetických soustav (zejména elektrizační soustavy). Současně se bude zvyšovat počet objektů nezávislých na dodávkách elektrické energie ze sítě. To bude významné především pro zajištění základních funkcí města v případě krizových stavů v elektroenergetice nebo při živelných pohromách, kdy dojde k přerušení vzdušného vedení (např. vichřice) nebo je nutné zastavit dodávky energií (např. povodně).

Významným spotřebitelem energie je, kromě průmyslu, terciální sféry a bydlení, i doprava. Všechny oblasti dopravy, zejména silniční a železniční, přesahují území města (s výjimkou MHD) a je třeba je řešit především v celostátních a krajských koncepcích. Právě v zásobování dopravy energií lze očekávat nejvýznamnější změny, které se promítnou i do energetického hospodářství na území města Plzně.